TRATTATO

TEORICO E PRATICO

DELL' ARTE

DI EDIFICARE

DI

GIOVANNI RONDELET

Architetto, Cavaliere della Legione d'onore; Membro dell'Istituto di Francia; Membro onorario del Comitato consultivo delle fabbriche della Corona; Ispettore generale onorario dei Lavori pubblici, e Membro onorario del Consiglio dei Fabbricati civili presso il Ministro dell'Interno; Professore emerito di Costruzione alla Scuola Reale di Belle Arti; Socio dell'accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Lione; Membro onorario dell'Accademia di S. Luca a Roma; Socio libero dell'Accademia Imperiale di Pietroburgo e di molte altre dotte Società.

PRIMA TRADUZIONE

ITALIANA

SULLA SESTA EDIZIONE ORIGINALE

CON NOTE E GIUNTE IMPORTANTISSIME



PER CURA

DI BASILIO SORESINA

PRIMA EDIZIONE NAPOLITANA



TOMO III.

PARTE SECONDA

NAPOLI

STABILIMENTO TIPOGRAFICO DI FRANCESCO DEL VECCHIO

Vico Purgatorio ad Arco n.° 9. primo appart.

1840.



TRATTATO

DELL' ARTE

DI EDIFICARE

LIBRO SESTO

COSTRUZIONI IN LEGNAME MINUTO

SEZIONE PRIMA

DISPOSIZIONE DEI RIVESTIMENTI E DELLE SCALE IN LEGNAME MINUTO

Nozioni preliminari sui legni da falegname.

L'arte del falegname (*menuiserie* (1)) consiste nel lavorare i legni, unirli e fare con essi diverse opere di utile o di decorazione pei bisogni dell' architettura. Dividesi ordinariamente quest' arte in due parti; la prima comprende tutte le opere applicate ai muri, alle volte, ai palchi, alle soffitte, e generalmente a tutte le costruzioni fisse eseguite secondo i metodi dell' arte; e tutte queste diconsi *opere fisse;* la seconda abbraccia tutti i lavori da falegname che servono a chiudere a piacere le aperture fatte nei muri degli edifici, onde introdurre o lasciar penetrare la luce, e sono indicati col nome di *opere mobili*.

L' arte del falegname risale al certo, del pari che quella del carpentiere, alla più alta antichità, e tutto induce a credere che anche in questo genere gli antichi abbiano toccato lo stesso grado di perfezione che in oggi osservasi in quelle opere loro alle quali la materia ha conservata l' esistenza fino a noi.

Secondo la testimonianza di Vitruvio (2), si vede che i Romani non impiegavano i lavori da falegname che per le porte, pei soffitti e per le separazioni nell' interno degli edifici, onde li chiamavano *opus intestinum*. Divenuta

(1) Questa parola di dubbia origine senza fallo è derivata dal verbo *amenuiser* (assottigliare) per indicare un complesso formato da molte parti congegnate con arte.

(2) Libro IV, Capo IV; e Libro VI, Capo VII.

quest'arte un espediente di risanare le abitazioni nei nostri climi, prese fra noi un grande sviluppo, e l'architettura ne ha tratto spesso il maggior partito per la decorazione.

Qualità dei legni più generalmente impiegati nelle opere da falegname per le fabbriche, dette opere di commessione.

(1) I legni più generalmente impiegati dai falegnami sono la quercia tenera e la dura, il castagno, il noce, il faggio, l'abete ed il pioppo.

DELLA QUERCIA

Le qualità del legno sono più o meno variabili negli alberi di uno stesso genere, ma in fatto di legno da falegname, quasi la sola quercia esige una scelta particolare. Infatti, oltre la varietà esistente nelle specie di querce, questi legni presentano anche notevoli differenze nelle loro qualità in ragione della natura del suolo che li ha prodotti. Così nelle due specie di legno duro che noi impieghiamo in Francia, quello che dicesi *legno francese* o *nostrale*, e che viene dal Borbonnese è duro, nodoso, a contrappelo e difficile da lavorare (2): il suo colore è grigio pallido, si curva facilmente e può convenire alle sole opere grossolane che esigono unicamente la solidità. Si deve soprattutto aver cura di non impiegarlo mai per quadri perchè sarebbero soggetti a fendersi ed a curvarsi. L'altro che si trae dalla Sciampagna è meno duro e nodoso del precedente; esso è di color giallo e lo si può impiegare pei quadri quando è ben secco, e quando dopo averlo segato in tavole od assicelle si è lasciato per qualche tempo all'aria.

Il legno tenero è quello che ci viene dalla Lorena o dai *Vosges:* differisce dai primi non solo per essere più tenero, di tessuto più rado, e quasi sempre senza nodi e rugosità; ma anche pel suo colore che è bellissimo, il più tenero essendo di un giallo chiaro sparso di macchie rossicce. Quest'ultimo non deve impiegarsi che nei quadri e negli intagli, ma giammai per pezzi principali, mentre essendo assai grasso, le sue fibre troppo brevi l'esporrebbero a spezzarsi.

Il legno di Fontenebló sta di mezzo fra il legno francese e quello dei Vosges; è meno duro del primo, meno tenero del secondo, onde è attissimo alle intelaiatore ed alle cornici: si lavora facilmente e si pulisce meglio del legno dei Vosges, che per essere troppo grasso ha i pori assai allargati e rimane sempre ronchioso qualunque sia la precauzione usata nel lavorarlo.

Il difetto del legno di Fontenebló è di essere soggetto ad una specie di verme che vi pratica fori grossi un dito e lunghi cinque o sei pollici ed anche più, i quali non si scoprono talvolta che quando il lavoro è quasi compiuto; è soggetto inoltre a spaccarsi pel mezzo onde non è atto che pei telai e quasi mai pei quadri. Il suo colore alquanto più scuro di quello dei Vosges è bellissimo; la grana è più compatta e i suoi pori meno aperti.

Si fa uso pure della quercia del Nord detta di Olanda che non differisce dal legno dei Vosges che per la maniera ond' è segato.

DELL' ABETE

L'abete, siccome abbiamo detto nel primo libro, è atto al pari della quercia alle opere da carpentiere e da falegname; conviene però osservare che questo legno non acquista sempre dovunque lo stesso grado di qualità. Gli abeti che si adoprano a Parigi sono tratti dall'Alvernia e dai Vosges; il primo ha molti nodi e si lavora difficilmente, l'altro ne ha meno ed è più unito: ma tutti e due sono alterati dalle intaccature che vi si fanno per estrarne la resina. Questo legno in tale stato suole scaldarsi ed essere mangiato dai vermi; non si deve impiegare che in opere leggiere, come tavolette, tramezze e picciole porte, mentre le altre opere costerebbero sempre troppo, avuto riguardo alla loro poca durata e cattivo uso. Si guarentiscono però da una troppo pronta distruzione coprendoli di pittura ad olio (3).

(1) L'opera di Roubo il figlio, sull'arte del falegname, contiene in mezzo ad una folla di particolarità di un gusto ora fuori di moda, una serie di osservazioni pratiche, alcune delle quali sono proprie di quest'arte, e che è essenziale conoscere. Ciò che si leggerà è estratto in parte da questo autore che avremo molte occasioni di citare in questo libro.

(2) Secondo Vitruvio (Libro II. Cap. IX) queste sono le qualità del *quercus* o quercia propriamente detta. Non è inutile osservare di passaggio che il *larix* e l'abete, *sapinea*, sono i legni più particolarmente indicati da quest'autore per le opere da falegname.

(3) V'è una specie di abete usato di rado a Parigi, ed è quello che dicesi *abete rossigno* di Olanda. La qualità di esso sorpassa di molto quella degli abeti di cui abbiamo parlato: in fatti esso ha non solo una solidità

DEL PIOPPO

Dopo la quercia e l'abete, il pinppo è il legno più comunemente nsato dai falegnami. Se ne distinguono moltissime specie; ma in difetto di quelli d'Italia, del quale si è parlato nel primo libro, il pioppo bianco ed il grigiastro d'Olanda sono quelli che si adnprano a Parigi. Quando sono ben secchi e scelti si preferiscono talvolta all'abete, e specialmente il grigiastro, perchè avendo i pori più serrati si lavora generalmente con maggiore proprietà e solidità.

Riguardo al castagno, all'olmo, al noce ed agli altri legni che possednno in generale tutte le qualità requisite per le npere da falegname, ma di un nso abbastanza raro nelle costruzioni dette da commessura, crediamn di non dover aggiugnere nulla a ciò che è statn detto sopra essi nella conoscenza dei materiali.

Istruzione sulla scelta del legno atto ad esser messo in opera.

I legni da falegname debbono essere perfettamente sani; tagliati vivi da cinque, dieci o anche da quindici anni, in ragione della loro durezza e della perfezione che esigono i lavori; debbon essere segati pel lungo, senza alburno, senza nodi viziosi, non imporrati, senza gelicidi, senza tarli, senza ruggine, e senza infracidamenti.

Gli alberi morti sul piede non possono produrre che nn pessimo legno, poichè essendosi disseccata l'umidità e ritirato sul succhio, rimane troppo voto fra i suoi pori, il che lo rende debole, facile a degradarsi a spezzarsi e corrompersi prontamente: troppo freschi, i legni si disseccano prestissimo in opera onde divengono troppo permeabili per le variazioni della temperatnra, e produce un continuo sforzo nelle opere da falegname.

L'alburno, le scabrosità, i nodi viziosi, i gelicidi, i tarli, la ruggine, e lo infracidamento sono assai facili da riconoscere, ond'è inutile destar l'attenzinne su questi difetti. Non è così riguardo gli altri e non si ha mai bastante cura per iscoprirli ed evitarli. Così quelle specie di vene grosse rosse e bianche, più tenere che il rimanente del legno, e che si corrompono d'ordinario sollecitamente debbono essere levate con diligenza. Le *accerchiature* sono mancanze di legame nel legno fra l'aumento di nn anno e quelln del precedente, in guisa che esso si separa da sè stesso: si vede quanto è importante il rifiutare quei legni che sonn affetti in tal modo.

I gruppi e le fistole possono pure essere compresi nel numero dei difetti del legno quando si tratta di lavori di nna ricercata esecuzione, come sono le decorazioni architettoniche.

I gruppi snno come piccioli nodi che non fanno altro che ledere la superficie del legno che sfigurano, senza metterlo perciò fuori di servigio.

Ciò che dicesi fistola è il vestigio che talvolta incontrasi dei colpi di stromenti come sono le asce, gli scalpelli, ecc.

Talvolta le fistole non sono che i fori fatti da palle di fucile.

Esame delle diverse maniere di segare i legni.

Nel primo libro di quest'opera abbiamo trattato della conoscenza dei legni impiegati in pezzi nelle armadure, tanto sotto i rapporti della loro formazione natnra e preparazione, quanto relativamente alle loro qualità alla forza ed alle proprietà; ma siccome nell'arte del falegname non si adnprano che legni segati, è necessario entrare in qualche particolarità sugli effetti risultanti dalla divisione che subiscono per essere appropriati agli usi di quest'arte.

quasi aguale a quella dalla quercia ma è anche di un colore più gradevole ed ha delle vane macchiate che fanno un bell'effetto; il qual vantaggio gli permette, più che ad ogni altro albero indigeno, d'essere impiegato senza bisogno di pittura. Si lavora bena al pari delle nostre querce e pesa molto meno. La sua durata è maggiore, perchè prima d'essere tagliato, non è inciso come quelli d'Alvernia e di Lorena.

Questa specie di abete si trae per la maggior parte dalla Norvegia; si trasporta dall'Olanda sulle nostre coste e fino a quelle della Bretagna dai vascelli mercantili che venendo a caricare si stivano di tali legni, che perciò sono comuni e poco cari in questi diversi paesi.

Sarebbe da desiderare che se na introducesse l'uso nella Capitale; starebbe fra la quercia e i nostri abeti tanto per la solidità quanto pel peso. Se ne sentirebbe il vantaggio per quelle opere ove la quercia diviene troppo pesante, e l'abete troppo debole (*Morizot*, Tavole dei prezzi delle opere di costruzione).

« (1) A prima vista nulla sembra più semplice del segare il legname destinato a far tavole, dice Hassenfratz nel suo *Trattato dell' arte del Carpentiere:* determinata che sia la positura in cui dev' essere segato il legno, Tavola CXXXI, tutto sta nel disegnare le linee che abbiano fra loro i rapporti dati per la grossezza delle tavole, se gli alberi sono della conveniente grossezza, e nel distribuire le *scorze (levées)* (2) quando gli alberi sono più grossi di quello che esige la larghezza della tavola. Questo metodo praticato pei legni ordinari soffre qualche variazione quando si vogliono aver tavole scelte, che si puliscano facilmente, che non si storcano e non si curvino se non il meno possibile, e le cui influenze igrometriche sieno debolissime; in questo caso fa d'uopo determinare la positura del legno secondo la direzione delle fibre.

» Esaminando i tronchi degli alberi si distingnono due specie di segni, la prima è quella degli strati od anmenti annui, e la seconda quella delle fenditure che si fanno durante il disseccamento. I primi sono curve pressappoco concentriche, figura 1; i secondi sono retti e nella direzione dal centro alla circonferenza, e si chiamano *maglie.*

» Tagliando i legni, com' è indicato nelle figure 2, 3 e 4, si ottengono tavole variatissime; quelle del centro sono nella direzione della maglia A, figure 2, 3, 4 e 10, ma le tavole delle estremità D sono tagliate dalla maglia; queste sono molto soggette a fendersi durante il disseccamento, D, figura 10, ed a divenir difettose; hanno anche il difetto di disseccarsi inegualmente, figura 11, e di curvarsi nella larghezza.

» Quelle linee che si vedono sul tronco degli alberi nella direzione dal centro alla circonferenza, sembrano essere formate dal prolungamento del tessuto cellulare che porta alla buccia i liquidi interni di cui sono pieni i legni; questa sostanza ha più affinità per l'acqua che tutto il restante del legno. Quando i corpi sono tagliati nella sua direzione presentano delle facce brillanti chiamate *miroirs* in alcuni paesi, maglie in altri, donde si è tratta la denominazione di segar sulla maglia.

» Sembra che le maglie sieno le principali sostanze igrometriche del legno; si gonfiano quando sono penetrate dall' acqua e si comprimono nel disseccarsi. Quando le maglie sono nella direzione della tavola, le variazioni igrometriche non hanno luogo che nella sua spessezza e le superficie non ne soffrono punto; ma quando le maglie attraversano le tavole nella loro grossezza e le tagliano come nella figura 11, allora le variazioni igrometriche si fanno nella loro larghezza, donde avvengono le restrizioni considerevoli che presentano talvolta, le fenditure, gli storcimenti e le curvature che prendono quando sono isolate.

» Per evitare i difetti prodotti dal metodo di segare i tronchi d' alberi in direzioni perpendicolari alla maglia, come D, figura 10, si sono immaginati più metodi. Moreau, antico mercante di legname a Parigi, ha proposto e fatto eseguire la divisione indicata nelle figure 5 e 6 che presenta il doppio vantaggio di aver tavole di ogni larghezza e di segare sulla maglia, di trarne panconi e piane nelle estremità, ed ottenere la maggior quantità di legno possibile da un tronco dato (3).

» Gli Olandesi sogliono da gran tempo comperare le belle querce dei dipartimenti dei Vosges e dell' alto e basso Reno, le fanno scorzare sul piede onde trar profitto dall' alburno ed aumentar la grossezza di esse. Talvolta questi alberi sono divisi in quattro pezzi prima di essere trasportati, altre volte si trasportano interi e si fendono quando son giunti alla loro destinazione; ciascuna di queste parti è segata come indica la figura 9.

» La divisione del tronco in tre o quattro parti dipende dalla grossezza del legno; quando ha 1507 linee 21 di circonferenza,

(1) *Trattato dell' arte del Carpentiere*, approvato dall' Istituto Nazionale delle *Arti e Mestieri*, pubblicato dall' Accademia delle Scienze. Parigi, Firmin Didot, 1804.

(2) Si chiamano *scorze* le prime tavole levate dal corpo dell' albero per isquadrarlo dopo averne levato la pura scorza, come nelle figure 2, 3 e 4.

Quando il diametro dell' albero è troppo considerevole e si teme che le scorze divengano troppo grosse si dividono in due e si ha un' altro pezzo detto *controscorza*, cioè quello che è fra la scorza ed il vivo del legno, come nelle figure 3 e 4, assai prossimi alla superficie dell' albero, non hanno alburno che alle estremità, mentre le scorze ne hanno su tutta la parte convessa. Si vedrà più innanzi che questi legni non possono essere impiegati pei quadri.

(3) Non bisogna omettere di comprendere nell' utile prodotto da questo metodo gli otto pezzi *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, figure 5 e 6, ai quali si dà il nome di spaccature e servono a varì usi.

» centimetri 340, si divide in quattro parti; » ma si divide in sei, e si sega ciascuna parte » secondo la disegnatura, figura 8, quando i » legni hanno 1241 linee 22 di circonferen» za, centimetri 280.

» Pei tronchi di minore circonferenza con» viene impiegar metodi più svantaggiosi; co» sì per i legni di 886 linee 59 di circonfe» renza, centimetri 200, si sega l'albero in » due, figura 7, e si ritaglia ciascuna parte » per ottener tavole di larghezze diverse.

» Paragonando il metodo di Moreau con cia» scuno dei tre altri, vedesi che presenta mol» ti vantaggi tanto per la quantità del legna» me ottenuto come per la qualità delle ta» vole ».

Vi ha ancora un' altra maniera di segare i legnami per formare ciò che in termini degli operai dicesi legname da doga (*le merrain* o *courson*); il quale non è già segato colla sega, ma colla scure come i panconcelli o le doghe delle secchie. Anticamente era molto in uso questo legname, ma dopo che si dà una certa grandezza alle superficie, si è totalmente abbandonato, non avendo i pezzi più lunghi che quattro piedi in quattro piedi e mezzo di lunghezza: *non se ne fa uso più se non per quadri d'intelaiature*, essendo impiegato il rimanente a far secchie e doghe di botti, e panconcelli per cui il bel legname divien rarissimo in Francia, poichè il migliore è impiegato in queste specie di lavori.

Dimensioni dei legni segati.

I legni segati in grossezze, larghezze e lunghezze appropriate ai diversi bisogni dell' arte del falegname prendono diversi nomi particolari o in ragione della forma che hanno ricevuto o dell'uso a cui sono specialmente destinati, o per altre cause che ora sarebbe difficile indicare. Siccome in generale tutti i bisogni sono stati preveduti e le opere da falegname sono assoggettate a questi dati primitivi, risultanti dal tempo e dalla esperienza, così è indispensabile il conoscere le misure dei varî legnami onde regolarsi sovr' esse nell' ordinare e disporre i lavori di questo genere.

La quercia, l'abete, e il pioppo essendo, come abbiamo detto, i legni più usitati, sono anche i soli che si trovano così preparati anticipatamente. Ecco i nomi e le dimensioni di tutti i pezzi che si segano in queste tre specie d' alberi.

LEGNI DI QUERCIA

1.° Il più gran legname è quello dei *battenti da portone*; si trova a pezzi lunghi da 12 a 15 piedi (metri 3,898 a 4,873) sopra 12 pollici di larghezza (0,325) e 4 pollici di spessezza (0,108). Quelli di 18 piedi di lunghezza (metri 5,847) hanno 15 pollici di larghezza (0,406) sopra 5 pollici di spessezza (0,135).

2.° La *cornice*, che serve a formare i telai delle più forti opere da falegname come battenti diritti e traverse, si trova a pezzi di 6, 7, 9, 12 e 15 piedi (metri 1,949; 2,274; 2,924; 3,898, e 4,873), sopra una larghezza di 6 pollici, (metri 0,162) ed una grossezza di tre pollici (0,081).

3.° Le *piane* destinate ad opere dello stesso genere della *cornice*, hanno la stessa lunghezza e talvolta più, sopra 3 pollici (metri 0,081), e di rado pollici 3 ½ di larghezza (metri 0,095) e pollici 3 di spessezza (0,081).

4.° La *doublette* che s' impiega pei telai di minori dimensioni, si trova come tutte le tavole di quercia, a lunghezza di 6, 7, 8, 9, 10 e 12 piedi (metri 1,949; 2,274; 2,599; 2,924; 3,248; 3,898) sopra 2 pollici a 2 pollici ¼ di spessezza (metri 0,650 a 0,657) ed 11 a 12 pollici di larghezza (metri 0,298 a 0,325).

5.° Sotto il nome di tavole si comprendono tutte le assi che hanno 15 a 17 linee di spessezza (metri 0,034, a 0,038) sopra 9 pollici a 9 e ½ di larghezza (0,244 a 0,258) colle stesse lunghezze della *doublette*.

6.° Chiamansi *entrevoux* le tavole di 11 a 12 linee di grossezza (metri 0,298 a 0,325) colle stesse larghezze e lunghezze delle precedenti.

7.° Il *modello* è una tavola di 8 in 9 linee di spessezza (0,018 a 0,020) con larghezza e lunghezza eguali alle precedenti.

8.° Il *foglietto* non ha che 5 in 6 linee di spessezza (0,011 a 0,014) con larghezza e lunghezza eguali a quelle delle tavole.

9.° La *doga* ha dai 4 piedi ai 4 e ½ di lunghezza (metri 1,299 ad 1,461) sopra 15, 18 e 21 linee di grossezza (metri 0,034; 0,041; 0,047) e 5 ai 6 pollici di larghezza.

LEGNAMI DI ABETE

1.° Il pancone è la più grossa segatura di questo legno; esso ha dagli 11 ai 12 piedi di lunghezza (3,573 a 3,898) sopra 12 pollici di larghezza (0,325) e 2 pollici a 2 ½ di grossezza (0,054 a 0,061).

2.° e 3.° Dopo il pancone si trovano anche tavole di abete di 18 a 21 linee di spessezza (0,041 a 0,047).

4.° Gli abeti forti che si traggono dall' Alvernia hanno costantemente 15 linee di spessezza (0,034) sopra 12 piedi di lunghezza (3,898) e 12 pollici di larghezza (0,325).

5.° Le tavole di abete comuni che vengono di Lorena hanno 11 in 12 linee di spessezza (metri 0,025 a 0,027), 11 in 12 piedi di lunghezza (metri 3,573 a 3,898) e la larghezza delle tavole varia da 8 a 10 ed a 12 pollici; (metri 0,217 a 0,271 ed a 0,325).

6.° Il *foglietto* di abete porta 7 ad 8 linee di spessezza (0,016 a 0,018) ed ha ora 8 o 10 ed ora 12 pollici di larghezza (0,217; 0,271; 0,325) ed 11 in 12 piedi di lunghezza (metri 3,573 a 3,898) (1).

LEGNAMI DI PIOPPO

1.° In quanto alla spessezza questo legno non si sega ordinariamente che in due modi: in assicelle cioè che hanno 6 in 7 linee di spessezza (metri 0,014 a 0,016) sopra circa 8 pollici di larghezza (0,217).

2.° Ed in tavole di 12 linee che hanno 8 pollici e ½ a 9 pollici di larghezza (metri 0,231, a 0,244). Di rado se ne segano di 15 linee di grossezza (0, 034).

Questi legni si tagliano da 6 a 7 piedi di lunghezza (metri 2,274 a 2,599); di rado se ne trova di piedi 9 (2,924).

Effetti delle variazioni di temperatura sui legni.

Per rendere compiuta la conoscenza dei legnami su quanto riguarda l'arte del falegname ci resta a parlare degli effetti che le variazioni atmosferiche producono nei legni.

Nel primo libro di quest'opera spiegando la formazione dei legni, si è detto essere essi composti di fibre longitudinali riunite da parti meno dense, cioè di tessitura più rada: tale differenza è assai più considerevole nei legni resinosi, come i pini, gli abeti, ed altri di questo genere che non nei rimanenti: in alcuni è appena sensibile, per esempio nel faggio, nel pioppo, nel sorbo, nel carpino ecc.

I risultamenti di un gran numero di sperienze per me eseguite sopra quarantotto specie di legni, mi hanno fatto conoscere che i legni che aumentano o diminuiscono maggiormente in grossezza a diversi gradi di temperatura sono quelli che variano meno nel senso della lunghezza.

Un regolo di abete ben secco lungo 38 piedi, esposto alternativamente all' umidità ed alla secchezza non ha variato in questo senso che di una mezza linea, e un simile di quercia $\frac{10}{12}$ di linea.

Gli stessi regoli esposti al sole dopo averli bagnati hanno variato in questo modo, cioè; quello di quercia una linea ¼, e quello di abete ¼ di linea.

Il che dà nel primo caso $\frac{1}{10944}$ per la variazione che può provare in lunghezza il legno di abete, e $\frac{1}{6566}$ per quella del legno di quercia impiegati entrambi nell' interno.

E nel secondo caso, $\frac{1}{4377}$ pel legno di quercia esposto all' esterno, e similmente per l' abete $\frac{1}{9120}$.

La variazione di cui è capace il legno di abete nel senso della larghezza, va da $\frac{1}{75}$ ad $\frac{1}{360}$; e quella di legno di quercia da $\frac{1}{85}$ ad $\frac{1}{248}$. Così risulta da tali sperienze che il legno di abete prova nella sua lunghezza una variazione

(1) Si fa pur uso, nelle opere da falegname, dell'abete detto di *battello*, perchè si trae dai battelli che ci portano il carbon fossile ed altre merci e che invece di farli risalire ai luoghi donde vengono, si trova più utile di romperli. Da ciò risultano pezzi di varie qualità, il più sottile e men bello serve d' ordinario a fare i riempimenti dei tramezzi interni murati alla rustica e coperti di gesso, come in diversi tramezzi di chiusura. Il più bello s' impiega sovente come legname nuovo, in tavolette, tramezzi e solai; eppure è di qualità inferiore. I bordi di questi battelli che sono di tavole, hanno fino a 60 piedi di lunghezza (metri 19,490) sopra 18 pollici al più di larghezza (0,487) e pollici 2 e 1/2 al più di spessezza (0,068). Dai bordi si cavano travicelli che si segano a pollici 3 e 1/4 in pollici 4 di larghezza (0,088 a 0,108) ed hanno pollici 2 a 2 e 1/2 di grossezza. Questi bordi s' impiegano anche in tavole intere per diverse opere che esigono grandi dimensioni in lunghezza, larghezza e spessezza come per armadure di tetti, per curve ecc. ecc. *Vedi il Libro V, Capo II, e Cap. IV.*

quarantadue volte più grande di quella che prova nella sua lunghezza, e che nel legno di quercia questa variazione è ventidue volte più grande.

Si deduce da ciò che un travicello in legno di abete lungo 6 piedi non può provare in lunghezza che una variazione di un decimo di linea che non è sensibile, mentre una tavola dello stesso legno larga 6 piedi può variare 4 linee.

E che un travicello di quercia di 6 piedi può provare nella sua lunghezza la variazione di 1/6 di linea che diviene alquanto più sensibile, e che in una tavola larga 6 piedi la variazione può essere 3 linee $\frac{4}{10}$.

I calcoli essendo fondati sopra esperienze fatte con legni mediocremente secchi, è evidente che quelli che lo fossero meno offrirebbero maggiori differenze, e meno considerevoli quelli che lo fossero di più, quando questi ultimi non fossero esposti ad un più alto grado di temperatura.

Risulta da queste ultime osservazioni e da ciò che si è detto più sopra in questi preliminari, che nei lavori da falegname la tendenza naturale che i legni segati hanno a curvarsi nel senso della larghezza, e la variabilità del loro volume, sono due grandi ostacoli che l'arte deve continuamente aver in vista di superare.

CAPO PRIMO

DELLE IMPALCATURE E DELLE INTELAIATURE.

Al bisogno di risanare le abitazioni conviene attribuire l' uso di rivestire le aree ed i muri interni con opere da falegname. Considerati sotto quest' unico scopo i rivestimenti sono in generale le più semplici opere di quest' arte; le sole difficoltà che possano incontrarsi nell' esecuzione di essi sono quelle che risultano dai dati della decorazione o dalla natura delle superficie da ricoprire; ma per le impalcature non vi potrebbe essere quistione che della prima.

Delle impalcature.

Il palco propriamente detto non è altro che un aggregato di tavole di quercia o di abete intere o ritagliate poste a traverso delle travi e dei travicelli. Ciò che chiamasi intelaiatura differisce dalla precedente in quanto che è composto di pezzi brevissimi aggregati in modo da formare, coll' incrociarsi, scompartimenti più o meno complicati in ragione dell' importanza dei luoghi ai quali è destinato.

In quanto ai palchi non v' è altro modo che quello di piallare le tavole ed unirle a incavature e linguette. Quelli che sono fatti a giunta o in assi ritagliate, detti dai Francesi *planchers de frises*, fig. 1 e 2, Tavola CXXXII, sono molto migliori di quelli fatti in tavole a tutta larghezza, perchè il lavoro inevitabile nel legno diviene meno sensibile. Siccome le tavole sono di raro tanto lunghe da attraversare da un lato all' altro una stanza, si congiungono d' ordinario testa per testa a incavature e linguette; ma quando si vuole che l' opera abbia maggior solidità, si divide la superficie del palco in ispazi di cinque o sei piedi in lunghezza, che si riuniscono con tavole messe in senso contrario, nelle quali si uniscono i capi delle assicelle.

Variando la direzione delle tavole in ciascuno scompartimento si può ottenere una specie di decorazione coi palchi *a onda*. Le figure 3 e 4 offrono molti esempi della più usata disposizione, che dicesi a dentelli o a foglia di felce *(en fougère)*.

Le principali condizioni da adempiere per formare un palco a dentelli, con tutta la conveniente regolarità, sono: 1.° di stabilire una asse intorno alla sala per servire di cornice a tutto il lavoro; 2.° dividere lo spazio compreso fra le due fasce longitudinali in un numero dispari di parti eguali, la cui grandezza può variare dai 25 ai 34 pollici onde produrre diagonali di 3 in 4 piedi di lunghezza. Per 3 piedi di lunghezza le tavole debbono avere 3 pollici di larghezza; o 4 pollici per 4 piedi di lunghezza: la grossezza non dovrebbe essere minore di 15 linee. Riguardo all' angolo che debbono formare fra loro le tavole, ed al

modo di unirle al loro incontro, queste disposizioni possono variare come si vede in A, B e D, figure 3 e 4, senza che la solidità dell'opera ne provi la minima alterazione.

Delle intelaiature.

Nell'arte del falegname col nome di intelaiatura s'indica un complesso formato di telai e quadri perfetti, disposti a scompartimenti regolari per formar superficie di una certa estensione e non soggette a curvarsi. Si fanno telai per le invetriate (1) e pei fondi degli armari; ma l'opera più importanta, in questo genere è quella che serve a formar l'area degli appartamenti.

L'intelaiatura, propriamente detta, si può costruire sul luogo, come quella che dicesi *indeterminata*, figura 5; ma comunemente i falegnami la stabiliscono a quadrelli per trar profitto dai pezzi di legno che loro rimangono. Qualunque sia il modo d'impiegarlo, tutto l'artificio della costruzione di essa consiste nell'evitare la moltiplicità delle commessioni ad ugnatura, che la renderebbero di difficile esecuzione ed assai meno solida. A ciò si giugne dando a ciascun *pezzo quadrato* C una lunghezza eguale a due *quadri perfetti* PP, più la larghezza di un altro pezzo quadrato C', cha separa i detti quadri e si commette nel mezzo del primo. I pezzi quadrati si commettono a maschi e femmine gli uni negli altri, ed i quadri sono commessi nelle traverse a incavature e linguette. I quadri delle intelaiature si uniscono nella stessa maniera gli uni negli altri.

Siccome la costruzione è sempre la stessa, basta spiegarla una volta acciò si sappia applicare alle diverse combinazioni che si possono formare con questa commessura, come sono quelle a *piccioli quadri*, figura 6, quella a *grandi quadri*, figura 7, a quella a *scompartimenti*, figura 8. Del resto le particolarità messe in prospettiva sotto le figure di ciascuno scompartimento istruiscono meglio della più minuta descrizione di tutte le altre.

Impiegando nella costruzione delle intelaiature, legnami di vari colori, si possono ottenere musaici di apparenza così bella come quelli di marmo: tali sono quelle del castello di Lacken presso Brusselles, figure 1 alla 6, Tavola CXXXIII, e di un gabinetto del castello di Maisons. Queste intelaiature composte di pezzi a incavature e linguette, con chiavi, si mettono a sito sopra i solai di quercia o di abete d'Olanda, commessi pure a incavature e linguette e ben fermati su i travicelli.

Devesi porre la più grande attenzione nella scelta dei legnami, onde presentino eguale durata in tutte le varietà di colori. Si può anche trar partito dalla varietà delle tinte che s'incontrano nel legno di quercia, per rendere aggradevole la composizione delle intelaiature, alternandole nel complesso o nelle particolarità dei quadri.

Quando si stabilisce un'intelaiatura in un fabbricato nuovo, conviene aver cura di metter i travicelli alquanto a pancia o rialzate verso il mezzo del pezzo, specialmente se è di una certa grandezza, acciò quando i solai abbiano fatto il loro effetto sieno retti ancora.

Quando i travicelli sono così disposti, si attacca l'intelaiatura sopra di essi con chiodi ordinariamente senza testa; ma sarebbe meglio impiegare i chiodi chiamati da *telai* che hanno una testa in forma di martello (2); è vero che essi fanno nell'intelaiature un foro più grande che non fanno i primi i quali non hanno testa, ma le fermano anche meglio. Questi chiodi sono assai preferibili agli altri ne' solai di tavole perchè impediscono che si curvino, il cha non possono fare quelli che non hanno testa, perchè non possono entrare a forza nel legno senza esporlo a screpolare.

Circa all'inconveniente prodotto dai fori che si debbono fare per seppellir le teste dei chiodi, vi si può rimediare facendo nel luogo di ciascun chiodo una piccola intaccatura nella quale entra la testa del chiodo, e vi si trova sepolta in guisa che vi si può riportar un pezzo di legno, il che è nello stesso tempo e proprio e solido.

Nel posare l'intelaiatura devesi guardar bene che tutte le commessure sieno allineate, e

(1) Le intelaiature dei vetri sono composte di pezzi diritti, di traverse e di quadri che non debbono avere che un piede di larghezza sopra 15 pollici di altezza al più, ond'esser meno soggette a curvarsi. Debbono sempre questi essere incassati nel loro telaio (benchè se ne facciano di pareggiati) perocchè se li pareggiassero, il calore del fuoco o l'umidità delle spallette potrebbero gonfiarli in modo da rompere i vetri.

(2) I chiodi da telai sono quelli che hanno la testa bislunga, cioè che in un senso non hanno che la larghezza del chiodo, e nell'altro la larghezza comune delle teste.

tutti i quadri sieno di eguale grandezza, acciò tutti i loro angoli s'incontrino perfettamente.

Quanto al numero dei chiodi, non ne occorre gran quantità; basta metterne sui battenti, ed alcuni sui pezzi principali acciò sieno attaccati solidamente. Non è così de' solai e specialmente di quelli fatti di tavole alle quali fa d'uopo mettere de' chiodi sulle due rive sopra ciascun travicello, o almeno a due a due colla precauzione di collegarli; cioè che le tavole sieno inchiodate a scacco, onde vi sia un chiodo sopra ciascuna commessura in ogni travicello.

Quando i solai non sono suscettibili di molto finimento, o i legnami sono troppo esili per farvi delle intaccature, oppure sono fatti di legno di abete, per fermarli si adoprano chiodi di testa picciola che entrano nei legni e vi si nascondono interamente.

CAPO SECONDO

DEI RIVESTIMENTI E DEI TRAMEZZI

Dei rivestimenti.

I rivestimenti, considerati sotto il rapporto dell' utilità, non sono altro che specie di tavolati applicati ai muri onde sanare gli appartamenti; in guisa che, eccetto i travicelli, tutto ciò che si è detto dei solai potrebbe del pari convenire ai rivestimenti. Ma siccome in questo stato, figura 1, Tavola CXXXIV, l'arte del falegname non potrebbe sostenere il paralello coi perfezionamenti introdotti nelle altre parti dell' arte di edificare, lo studio ha insegnato i modi di far concorrere i suoi lavori alle decorazioni interne, sottomettendoli ai dati dell' arte e dell' esperienza.

Abbiamo precedentemente veduto che nelle intelaiature i legni si trovano aggregati, almeno in apparenza, come i pezzi dei pavimenti di marmo, cioè l' uno presso l' altro. Nell'uno e nell' altro caso tutta l'arte si riduce al combinare scompartimenti regolari disegnati dalle linee di congiunzione, dal contrasto dei colori o dalla varietà delle figure. In opere di questo genere, che ricevono tutta la loro solidità dal suolo stesso su cui riposano, la disposizione degli scompartimenti diviene interamente arbitraria. Non è lo stesso di quelli che debbono erigersi verticalmente; la loro costruzione elice dal sistema generale d'unione di legname e di commessure che serve di base a tutte le operazioni dell'architettura, e le procura gli ordini più belli della sua decorazione. Ma prima che questo principio si sia potuto applicare all'arte del falegname, conveniva che si fosse pervenuto al punto di riconoscere, dopo un gran numero di vani tentativi per evitare gli scherzi del legno, (figure 12 alle 22, Tavola CXXXI) che l'unico modo di prevenir gli accidenti risultanti dalla idrometricità del legno era di lasciare ad essa libero il campo nel senso in cui esercita la sua maggiore azione, evitando più che fosse possibile le commessure alla superficie sulla larghezza delle tavole.

Il primo saggio in questo genere fu senza dubbio l' insieme detto a *commessure ricoperte*, figura 19, nel quale le tavole penetrano le une nelle altre a maschio e femmina senza toccarsi ai margini, in guisa che le variazioni prodotte dal gonfiamento e dal disseccamento del legno si perdono nella profondità delle incavature senza che nulla comparisca al di fuori. La pratica e l' esperienza fecero ben presto conoscere tutto il profitto che si poteva ritrarre da questo ingegnoso artificio. Primieramente, invece di ripartire uniformemente la forza per tutta l'estensione dei legnami, si concepì l' idea

di un sistema di scompartimenti disegnati da legni più forti e i cui intervalli erano riempiuti da assicelle. Risultavano da tale aggregato facce lunghe e strette, figura 2, Tavola CXXXIV, come si osservano ancora in alcuni antichi edifici (1). Finalmente il desiderio di dare a questi lavori tutta la varietà che si potesse ottenere dal contrasto delle forme, non stette molto a conoscere che un quadro composto di molte tavole, figura 21, Tavola CXXXI, intimamente congiunte insieme, poteva del pari giuocare liberamente e senza disunirsi nei quadri formati dai pezzi diritti e dalle traverse. D'allora in poi l'arte non fu più arrestata nelle sue composizioni che dai limiti ne' quali quest' azione poteva effettuarsi. Le figure 6, 7 ed 8 della Tavola CXXXIV fanno vedere come essa abbia saputo arrivare alle più grandi dimensioni senza allontanarsi da questo dato (2).

I rivestimenti sono il più delle volte composti di due parti (3), cioè: dell'appoggio A e della sua parte superiore B, che si chiama rivestimento superiore, i quali sono separati da una traversa C, che dicesi cimasa, nella quale entrano entrambi a maschio e femmina; od anche, quando l'altezza del pezzo non è molto considerevole, i due rivestimenti si uniscono insieme, e la cimasa applicata sopra non ha che la spessezza dell' aggetto.

I quadri dei rivestimenti si fanno di tavole commesse e incollate della grossezza da 6 linee fino ad un pollice, ed anche ad un pollice e 1/2, in ragione della grandezza e degli ornamenti che debbono ricevere; esse si uniscono a indentatura tanto nella larghezza quanto nell' altezza nei quadri formati dall'intelaiatura; le incavature debbono avere da 6 linee fino alle 12 ed anche più di profondità, e la spessezza delle linguette proporzionata a quella dei quadri.

La maggiore larghezza da darsi ai quadri non deve eccedere i 3 piedi, e la maggiore altezza, tre volte questa larghezza o 9 piedi. Le dimensioni dei piccoli quadri F, e de' pilastri P sono determinate dalla qualità dello scompartimento.

Le tavole dei quadri debbono essere più strette che sia possibile, cioè non più larghe di 6 ad 8 pollici, perchè quando ne hanno di più sogliono ritirarsi e spaccarsi. Quando i quadri non presentano che una faccia debbono imbiancarsi pel di dietro almeno in mezzo a ciascuna tavola, onde ricevano l'aria equabilmente perchè non abbiano a curvarsi.

Vi si mette pure sul rovescio una o più spranghe che si chiamano spranghe a coda, figura 22, Tavola CXXXI, le quali sono incastrate a coda nel quadro per la spessezza del legno che rimane oltre la linguetta.

Questo ripiego, sebbene utile per certi riguardi, è soggetto a molti inconvenienti, perchè questa spranga a coda essendo più larga da una che dall'altra estremità, impedisce che le tavole si ritirino egualmente sul mezzo, il che non avverrebbe se non fossero inceppate dall'ineguaglianza di larghezza nella spranga. Si rimedierebbe a tale inconveniente tenendo le spranghe di larghezza eguale da un capo all'altro onde farle entrare esattamente nei quadri senza forzarli; sarebbe anche utile strofinarli con sapone onde le tavole potessero muoversi con più facilità.

V' ha pure un altro modo di contenere i quadri, specialmente quando non sono abbastanza grossi da praticarvi un incavo per le spranghe a coda, ed è di attaccare ad esse una spranga con viti, ponendo cura di fare in tali spranghe una intaccatura rimpetto a queste viti, lunga 12 in 15 linee, sopra una eguale larghezza al collo della vite, per dare al quadro la libertà di fare il suo effetto. Quest'attenzione è necessarissima, perchè se non vi fosse in-

(1) Dietro la figura che si trova in fondo alla Tavola XXVI della terza parte dell'opera di Mazois su Pompei, rappresentante una porta finta eseguita in istucco per fare accompagnamento ad una porta reale dell' edificio conosciuto sotto nome di Collegio de' Gualchierai, si avrebbe fondamento di credere che gli antichi non dessero se non picciolissime dimensioni ai quadri di legname.

Vitruvio nel Libro IV, Capo VI, fa conoscere la disposizione degli scompartimenti delle porte dei tempi; ma devesi osservare che quest' autore non indica la materia di cui debbon esser fatte. È ben vero che le figure delineate secondo i suoi indizi riproducono fedelmente l'imitazione dei metodi delle opere antiche da falegname; ma sembra che in seguito si sieno conservati gli stessi scompartimenti cangiando materia, come si è fatto per gli ordini d' architettura; le porte di bronzo del Panteon di Roma offrono un prezioso esempio di questo simulato lavoro di legname.

(2) Considerati indipendentemente dagli ornamenti che possono ricevere, i disegni degli scompartimenti delle opere di falegname minuto sono ormai fissati invariabilmente dall' esperienza e dal gusto. Noi qui li presentiamo in tutta la semplicità delle loro primitive proporzioni, spogli dalle alterazioni che d' ordinario subiscono in pratica.

(3) Roubo, *Arte del falegname*, Parte II. Cap. 8.

taccatura, le viti fermate nella spranga farebbero spezzare le tavole in caso che si ritirassero. Queste spranghe si attaccano ai telai, oppure vi sono commesse a maschio e femmina, quando questi ultimi sono abbastanza grossi, il che è preferibile, attesa la grande solidità che ne deriva a tutto il lavoro.

Questa terza maniera di fissare i quadri è migliore della prima e men buona della seconda, mentre non abbraccia le tavole se non nel punto ov' è la vite, e coll'altra si fermano in tutta la loro larghezza.

Talvolta queste spranghe si fanno di ferro, ed allora hanno il vantaggio di tenere minor posto dietro il rivestimento. Pei quadri curvi in pianta si debbono sempre applicare spranghe di ferro perchè quelle di legno non sono abbastanza solide a meno che non si facciano spessissime o che i quadri sieno pochissimo curvi.

Quando si vuol dare maggiore solidità alle commessioni de' quadri vi si pongono dietro delle fasce di tela incollate o nervo di bue battuto, il quale ha maggior forza.

Quando i pilastri sono di una certa altezza vi si mette dietro una falsa traversa *t*, figura 7, commessa nei battenti a maschio e femmina dopo l' incavatura, oppure non vi si mettono che spranghe a coda di rondine per impedire l' allontanamento dei battenti quando non hanno bastante grossezza per ricevere una intaccatura.

Si rimpiazzano talora gli alti rivestimenti con tappezzerie in guisa che intorno agli appartamenti non vi sono che rivestimenti d' appoggio.

Prima di cominciare a mettere a sito i pezzi, specialmente i pezzi fermi, conviene badare alla stagione dell' anno; se gli edifici sono antichi o nuovi, se le malte hanno avuto il tempo di perdere una parte della loro umidità; se i legni si mettono in opera al pianterreno o nei piani superiori, se finalmente il sito è esposto all' aria aperta o all'umidità. Dietro queste osservazioni generali conviene anche por mente alla spessezza dei legni, alla loro qualità dura o tenera onde prevenire gli accidenti che avvengono al certo trascurando tutte queste particolarità.

Siccome non si ha sempre il tempo di attendere che i muri sieno perfettamente secchi per situare le costruzioni di legno, si sono immaginati certi espedienti che se non distruggono interamente l' effetto dell' umidità, lo diminuiscono almeno in gran parte.

Questi espedienti sono, 1.° di lasciar fra i muri ed i rivestimenti uno spazio di uno o due pollici acciò l' aria possa circolarvi entro e fare svaporare una parte di umidità. Benchè possa sembrare straordinaria questa disposizione, sarebbe utile nondimeno l'osservare tal precauzione quando si sa che le opere di legname debbon essere collocate tosto che i siti sono allestiti; 2.° talvolta non si fa che applicare dietro i rivestimenti due o tre grossi strati di colore ad olio; il che è utilissimo, mentre il colore impedisce che l'umidità si attacchi al legno e penetri i suoi pori; 3.° quando le opere sono di legni preziosi, e si teme che si pregiudichino malgrado tutte queste precauzioni, si munisce la parte di dietro dei quadri e de' telai con stoppa intrisa nel catrame caldo.

Prese tutte le indicate precauzioni, si può cominciare a collocare le opere di legname, ciò che si fa in diverse maniere secondo la diversità delle opere stesse e la natura dei muri, sopra o entro i quali si deve posare.

In generale i rivestimenti si fissano in due modi ai muri degli appartamenti, cioè con chiodi o con viti. Di queste due maniere la prima è la meno costosa, ma è anche la meno propria: essa ha pure il difetto che non si può quasi mai metter bene a sito i rivestimenti coi chiodi, che spesso si rompono o piegano prima d' essere piantati del tutto; sogliono inoltre fendere il legno; e se avviene che si debba levare un pezzo di rivestimento, ciò non si può quasi mai senza rompere qualche cosa; servendosi invece della seconda maniera, cioè posando i rivestimenti con viti, il lavoro è assai più proprio, e si può sempre metter a filo come si crede a proposito e si può levare senza danneggiarlo menomamente. Quanto alla maniera di piantare i chiodi nei muri, si ficcano in pezzi di legno cacciati a forza nei fori di succhiello. In quanto alle viti la cosa esige maggior soggezione, perchè fa d'uopo murare di pezzi di legno nei muri dirimpetto a ciascuna vite; questi pezzi di legno debbono essere tagliati a coda di rondine sulla loro grossezza acciò non possano essere strappati dai muri in cui sono infissi.

Si deve anche aver cura che questi legni sieno messi ben verticali ed appianati onde i rivestimenti vi poggino egualmente sopra. Quando avviene che i rivestimenti sieno isolati dai muri, i pezzi infissi si fanno sporgere fino contro i pezzi verticali. In generale fa d' uopo evitare di metter troppe viti o chiodi nei rivestimenti; a fissarli solidamente basta che le incavature e le linguette degli angoli e dei risalti sieno ben giuste; che sieno ben calzati con biette nella parte posteriore acciò poggino egualmente dovunque e non pieghino.

Quando s' adoperano le viti nel posare l'ope-

ra in legname si deve sempre infossarne le teste e ricoprirle con un pezzetto di legno di filo, cioè colle fibre nel senso del pezzo; perchè quando rimangono scoperte fanno un cattivissimo effetto, attesochè arrugginiscono quando sono dipinte a tempera, come avviene in quasi tutti gli appartamenti. Tutte queste particolarità sono rappresentate dalle figure 9 alla 17.

Le camminiere non s' attaccano come il restante delle opere da falegname, perchè non si possono piantar chiodi nè infigger pezzi di legno nelle canne dei cammini; perciò si adoprano le viti a dadi chiamate *viti da camminiere* (1). Queste viti non restano mai apparenti, ma si mettono nelle traverse dell' impiallacciatura nelle quali la testa di esse è infossata fino al di sopra, affinchè non poggi sul suo cristallo.

Dei tramezzi.

I più semplici sono quelli formati con tavole gregge inchiodate sopra telai di legname grosso, come le cinte di tavole ed i tramezzi rustici per formare le separazioni nelle cantine. Pei tramezzi che esigono maggior cura si appianano le tavole.

Quelli che si stabiliscono negli appartamenti sono imbiancati sulle due pareti e commessi a incavature e linguette, affinchè le tavole si mantengano reciprocamente aderenti le une alle altre; potendosi considerare tali incavature e linguette come femmine e maschi continui. Si fermano i tramezzi all' alto ed al basso in incastri, e talvolta si fortificano con traverse di quercia applicate sopra di essi o commesse nella loro grossezza coi pezzi verticali che le dividono in compartimenti. Si costruiscono ordinariamente con legno di abete; e si ricopre la lor superficie con carte da tappezzeria.

Per la distribuzione degli appartamenti si fa uso pure di tramezzi di tavole gregge a giorno per essere rivestite in gesso. Si commettono in incastri e traverse le quali possono essere di quercia o di abete.

(1) Le viti da camminiere hanno la testa rotonda e piana e fessa nel mezzo. I dadi di queste viti sono lunghi due in tre pollici ed hanno due braccia ricurvate le cui estremità sono fesse e ricurvate per essere murate. Queste braccia non debbono avere più di un pollice e mezzo di lunghezza affinchè i fori che si fanno per murarli non passino attraverso la capanna del cammino; e per la stessa ragione queste viti non debbono aver più di due pollici di lunghezza. (Vedi la figura 18, Tavola stessa).

CAPO TERZO

RIVESTIMENTO DELLE SUPERFICIE CURVE.

Per le opere comuni da falegname, che servono a formare o rivestire superficie piane, basta disegnar la pianta in tutta la sua grandezza sopra una tavola o superficie unita, cioè farne una sezione orizzontale o verticale sulla grossezza, ove si delineano i profili dei quadri, i pezzi diritti o transversali, i quadri colle loro commessure, la larghezza e la spessezza di tutti.

Quando in queste opere si trovano scompartimenti obbliqui irregolari o in linee curve, oltre la pianta, fa d' uopo disegnare in grande l' elevazione di faccia.

Ma se tali opere debbono formare o rivestire superficie curve con scompartimenti che esigano pezzi diritti e traverse curve in pianta ed in alzato, fa d' uopo ricorrere all' arte del taglio per delinearne il disegno ed i modelli che debbono servire allo sviluppo di questi pezzi presi nei legni retti.

I principi geometrici di queste operazioni sono gli stessi da noi spiegati pel taglio delle pietre e del legname (1).

Si forma esattamente una superficie curva qualunque, cominciando ad esaminare gli elementi di cui la si compone. Questi elementi sono linee rette o linee curve; così una superficie curva può essere formata da una serie di rette condotte da un cerchio ad un altro, come quella di un cilindro: o da una serie di linee curve decrescenti condotte da un cerchio ad un punto, come la superficie di un cono. Una superficie cilindrica può anche essere formata da circonferenze di cerchio eguali, i cui centri sieno sopra una stessa linea retta che formerebbe il suo asse.

Se le circonferenze, invece d' essere eguali, diminuiscono in progressione aritmetica, formeranno una superficie conica; ma siccome la diminuzione di queste curve può seguire un' infinità di progressioni diverse, così avviene che le superficie che ne risultano, non potendo più essere espresse in verun senso con linee rette, divengono del genere di quelle che si chiamano a doppia curvatura, come sono le superficie sferiche, sferoidiche e conoidali, che si considerano prodotte dalla rivoluzione di una curva intorno al suo asse.

Indipendentemente dalle superficie curve regolari di cui abbiamo parlato, se ne trovano infinite altre formate da una serie di linee più o meno curve che si ragguagliano con altre linee curve o rette.

È essenzialissimo frattanto osservare che i rivestimenti di legname minuto debbono essere considerati piuttosto un oggetto di decorazione che un espediente di ricoprire esattamente le superficie che presentassero enormi irregolarità: fa d' uopo invece che i rivestimenti correggano o sopprimano quant' è possibile le irregolarità che si possono trovare, piuttosto che riprodurle con scrupolosa esattezza, che sovente non ha altro motivo che di fare spiccare l' ingegno dell' operaio per aver vinto una difficoltà, la quale produce un effetto spiacevole.

(1) Vedi Tomo II, Libro III., Sezione 2.; e Tomo III, Libro V, Sezione 1.

ARTICOLO I.

Delle superficie a curvatura semplice.

In questo genere di superficie si comprendono tutte quelle che sono rette in un senso e curve nell'altro. Le superficie cilindriche sono le più facili da formare o da rivestire, perchè possono comporsi di pezzi retti arrotondati o incavati nel senso della larghezza, e riuniti da commessure rette tendenti al centro della curva, come quelle delle doghe di un tino; si possono anche formar tali superficie con traverse curvate messe le une sopra le altre, Tavola CXLVII.

Quando questi rivestimenti debbono formare decorazione, si possono dividere come quelli a superficie piane in compartimenti di pilastri e di quadri: allora si compongono di pezzi di appoggio retti e di traverse curvate secondo la loro lunghezza, contenenti quadri formati di tavole riunite a commessure rette curvate secondo la larghezza, come nei pezzi verticali.

Convien fuggire i compartimenti troppo larghi a cagione delle traverse curve che non possono esser prese che in legnami minuti, retti e schiacciati, la spessezza dei quali non oltrepassa 5 pollici; altronde il filo del legno essendo meno tagliato ne risulta che si lavora meglio e l'opera riesce più solida. Quando non si possono sfuggire grandi traverse di considerevole curvatura è meglio farle di più pezzi commessi a zig-zag.

Nelle traverse a semplice curvatura si debbono comprendere tutte quelle che possono esser prese nei legni retti e piatti scorniciandoli; tali sono le traverse che un tempo formavano compartimenti curvi nei rivestimenti a superficie retta, oppure quadrati sulle superficie cilindriche.

La disegnatura di questi pezzi non presenta molta difficoltà; a tal effetto si adoprano d'ordinario modelli levati sulla pianta e sull'elevazione in grande delle parti da eseguire; si segano quindi colla sega che si volge, in tavole, *membrature* o battenti di portoni, abbastanza larghi o grossi per poter comprendere la curvatura di essi.

Quando si trovano scantonature da eseguire per le modanature, le si fanno paralelle alle curve disegnate, e sbozzate che sono, si finiscono con pialle curvate espressamente.

La forma delle commessure dipende da quella dei compartimenti; se ne possono fare a maschio e femmina, a squadratura, ad unghia, a chiavi, a incavature e linguette, ecc. ecc.; figure 18, 19 e 20.

Quando i pezzi hanno troppa curvatura per poter esser fatti di un sol pezzo, si fanno di molti commessi a zig-zag, figure 21, 22 e 23.

Per le traverse rette, convesse in elevazione, si riporta talora la parte levata da un lato rovesciandola sull'altro e commettendola con colla a commessura piana, figura 24.

I quadri curvi sulla larghezza si fanno con tavole rette tagliate secondo la curvatura della pianta, riunite a commessure piane bene spianate e incollate perpendicolarmente alla curva. Più è curvo il quadro, più strette debbono essere le tavole affinchè soggiacciano meno a storcimenti. Queste tavole quando hanno le commessure ben appianate s'incollano e si accomodano col mezzo d'incavature eguali alla curvatura di esse, e terminate da parti sporgenti che formano angoli acuti per fermarlo con biette. Queste curve sono preferibili ai sergenti adoperati dalla maggior parte dei falegnami, perchè serrandoli si corre rischio di far incurvare tali quadri più che non dovrebbero, malgrado le biette che vi si possono mettere. Vedi le figure 14 e 15, Tavola stessa.

ARTICOLO II.

Delle aperture di finestre e di volte.

I rivestimenti che formano la parte più importante dell' arte del falegname sono quelli che si formano sulle volte, e specialmente sulle aperture arcuate delle porte o delle finestre tanto per dare ad esse maggior garbo, quanto per facilitare l'apertura delle imposte arcuate superiormente.

Le volte cilindriche a botte sono le più semplici e si eseguono come i rivestimenti di pianta arcuata. È utile osservare che i falegnami indicano queste specie di volte, quando hanno poca profondità o formano infossature, col nome d' archivolte, che nel suo vero significato indica uno stipite circolare intorno ad un arco sopra una faccia verticale.

Delle aperture a cannoniera.

Le figure 1 e 2 della Tavola CXXXV, rappresentano la pianta, l'alzato e le particolarità del rivestimento a pieno legno di una parte di volta conica formante la strombatura o cannoniera di una porta o finestra arcuata.

Nella pianta, figura 1, si è divisa la larghezza in parti paralelle formanti archi retti sporgenti gli uni sugli altri, per trovare lo sbieco della strombatura, oppure la superficie conica che esso deve formare.

Si può anche formare questa volta con doghe, o specie di peducci, come indicano le figure 3, 4 e 5.

Per eseguir queste doghe si comincerà col dividere la circonferenza che deve formare lo spigolo esteriore in tante parti quante doghe si vorranno avere, in ragione dei legnami di cui si può disporre; quindi si condurranno al centro *n*, figura 4, che rappresenta la sommità del cono, le linee che debbono formare le commessure ed altre dal mezzo delle doghe; dopo ciò si condurranno dall' estremità di queste commessure delle linee rette che formeranno poligoni inscritti nella circonferenza interiore, e circoscritti alla circonferenza esteriore. La distanza di queste linee darà la grossezza dei legni per formare il convesso e il concavo di ciascuna doga; e di più, il taglio delle commessure tendenti al centro: facendo parte questa volta di un cono retto, la lunghezza di ciascuna doga sarà eguale ad *f h*, figura 3.

L' alzato, figura 4, essendo una proiezione paralella alla base del cono, darà le vere larghezze delle estremità delle doghe; così, per avere lo sviluppo della tavola che deve formare una di queste doghe converrà condurre da tutti gli angoli del profilo *e d h l f*, figure 3, delle perpendicolari a A *d*, che indicheranno le lunghezze; condotta poscia una paralella 7, 10 a A *d*, figura 5, si porteranno tutte le larghezze sulle linee corrispondenti, cioè 5, 2 e 5, 1 da 8 in *u* e da 8 in *x*; 13, *o* e 13, *r* da 9 in *z* e da 9 in *y*; ecc.; e da tutti i punti portati si condurranno le linee *s v*, *u x*, *x y*, *t x*, che determineranno la forma di una tavola per una delle doghe che s' incaverà e si rotonderà col mezzo di pezzi curvi presi sull' alzato levando il legno da una curva all' altra dopo averle divise in uno stesso numero di parti eguali. Non si forma la faccia piccola *f e* che dopo aver incavata la doga su cui si conduce pel punto *e* una paralella allo spigolo curvo che si forma in *i*, a cagione dell' incavamento, e un' altra paralella sulla spessezza pel punto *f*, e si abbatte il triangoletto *e i f*.

Si commettono queste doghe a incavatura e linguette, riportate in R, per rendere più solido il complesso.

Quando queste strombature non hanno molta larghezza, si possono fare di due o tre pezzi che si fanno piegare; ma perciò è d' uopo che sieno tagliati secondo lo sviluppo del cono.

A tale effetto dal punto A, figure 1 e 3, ove s'incontrano i prolungamenti dei lati *a* 6, *d e*, si descriveranno due archi di cerchio *a d*, 6 *e*, che daranno la larghezza e il contorno che debbono aver questi pezzi; per averne la grandezza, la si prenderà sulla circonferenza grande dell' alzato, figura 4; avendola portata sull' arco *a d* si condurranno dalle due estre-

mità, delle linee al punto A che ne indicheranno le commessure. Questo metodo può essere impiegato particolarmente pei quadri che s' incurvano facendoli entrare nelle incavature dei telai.

Quando le strombature sono a volta incavata, come indicano le figure 6, 7, 8 e 9, si possono del pari costruire a curvature o a doghe; nondimeno la prima maniera è preferibile perchè più solida, ed esige minor legname e minor lavoro per votare le parti incavate. Se ne può giudicare dalle linee d'operazione della pianta, figura 8.

Strombature miste ed oblique.

Non si danno le figure 10, 11, 13 e 14 come esempi da imitare, ma come applicazioni del modo di fare le superficie con zone o cerchi. Nelle figure 10 ed 11, la strombatura forma all'origine dell' arco una curvatura che va appianandosi fino a divenire linea retta alla sommità.

Per determinare quest'appianamento si è divisa la grossezza di questo vano in sei parti, e pei punti di divisione si sono condotte delle paralelle alla faccia per indicare la spessezza delle curve che debbono formare questo vano.

Da tutti i punti ove queste linee incontrano la curva si elevano perpendicolari sulla linea hf.

Prendendo successivamente per asse maggiore, fo, fn, fm, fl, fi ed fh, restando eguale l'asse minore fg, si descriveranno col metodo indicato nel Libro III, Sezione I.ª, le ellissi che saranno tutte tangenti al punto g.

Queste ellissi determinano per ciascun punto ove passano la misura della diminuzione di concavità nella superficie.

Per avere una sezione in un punto qualunque, come quella indicata dalla linea 8, 14, si porteranno le divisioni di grossezza sopra una linea condotta a parte, figura 12, e dopo aver elevate delle perpendicolari da ciascun punto, si porteranno su ciascheduna le altezze corrispondenti prese sulla linea 8, 14, e determinate dall' incontro delle ellissi, come si vede indicato su questa figura, ove i punti corrispondenti sono segnati dalle stesse cifre.

Operazione per le figure 13, 14 e 15.

In queste figure la strombatura al punto delle origini è formata da una linea retta che non è perpendicolare alla faccia, ed alla sommità da una curva, cioè all' opposto della precedente. Determinate come sopra le divisioni che rappresentano la grossezza dei cerchi, si eleveranno dal di sopra della pianta le perpendicolari che segheranno la linea di base fk, nei punti che indicheranno le estremità dei quadranti d'ellisse e del loro semiasse minore, partendo dal punto f.

Si farà la stessa operazione per la curva corrispondente alla sommità, onde avere gli estremi dei semiassi maggiori, figura 14. Così conoscendo gli assi di ciascuna ellisse le si potranno descrivere col metodo qui sopra indicato.

Si troverà la curvatura della parte formante nicchia, seguendo una linea retta qualunque, collo stesso metodo della figura precedente. Quella della figura 15 è presa nel mezzo sull' asse maggiore.

Delle calotte.

Nell'arte del falegname si indicano con questo nome tutte le curvature a tutto sesto a doppia curvatura, formanti semivolte verticali a guisa di nicchia.

Queste curvature possono formarsi con cerchi verticali od orizzontali.

La figura 17 indica una mezza nicchia sferica formata da cerchi verticali, con un fondo semicircolare al centro. La pianta ed il profilo, figure 16 e 18, bastano per intendere quest'operazione.

La figura 20 è una nicchia rialzata sopra una pianta semicircolare, figura 19, formata di pezzi o cerchi orizzontali col profilo, figura 21, indicante la disposizione dei pezzi di legno per formarla.

Da questi esempi, e da tutto ciò che si è detto, risulta che puossi formare o rivestire con questo metodo ogni specie di superficie a semplice o a doppia curvatura; tutta l'arte consiste nel descrivere le curve convenienti a ciascun cerchio, qualunque sia la sua positura, orizzontale, verticale o inclinata.

Dal fin qui detto sulle curvature sarà facile applicare il metodo proposto per costruirle, alle aperture di porte o di finestre dette di Marsiglia, di Monpellieri e di Sant' Antonio. Siccome noi siamo entrati in tutte le particolarità necessarie a formare queste superficie, nel terzo Libro di quest' opera, ci asterremo dal tornare su tale argomento.

ARTICOLO III.

Rivestimento delle volte.

Tutto ciò che abbiam detto sui rivestimenti delle arcate si può applicare a quelli delle volte; solo è necessario avere un'idea giusta della formazione della superficie di esse, e conoscere la natura delle curve che ne formano la curvatura primitiva.

Le superficie delle volte cilindriche, che sono le più semplici, si possono considerare composte di una serie di curve formanti la loro curvatura primitiva, riunite da linee rette parallele ai lati o all'asse; donde risulta: 1.° che tutte le sezioni che tagliano l'asse obbliquamente producono curve che sono un allungamento della curvatura primitiva, che è la curva perpendicolare all'asse; 2.° che tutte le sezioni paralelle all'asse danno linee rette.

Dietro questi risultamenti si potrebbero formare i rivestimenti di una volta di questa specie o con pezzi retti situati secondo la lunghezza o con curve formanti centine, poste secondo la larghezza. Ma siccome i legni più secchi sogliono diminuir di grossezza, succederebbero tosto disunioni che lo renderebbero di spiacevole aspetto; è più conveniente formar questi rivestimenti come quelli la cui pianta è arcuata a compartimenti di pezzi, disposti gli uni secondo la lunghezza e gli altri secondo la larghezza, con quadri come lo indica la figura 1 della Tav. CXXXVI. Questi rivestimenti non presentano per le volte a botte maggior difficoltà di quelli a pianta arcuata, di cui abbiamo parlato.

Ma quando si tratta di volte a crociera o a schifo, figure 2 e 6, le curve formanti la riunione delle parti di volta di cui si compongono presentano qualche maggiore difficoltà, specialmente quando ad esse si addossa una porzione della superficie delle parti di volta che si congiungono; non pertanto se ne viene a capo operando come si è spiegato per le volte di legname grosso, Libro V, Sezione 1.ª, Capo III. Similmente per le volte a crociera, dopo aver descritte sulla pianta le linee paralelle a ciascun lato della proiezione in pianta degli spigoli rappresentati dalle diagonali, si formeranno le centine seguendo le curve corrispondenti a queste linee. Tagliate poscia le estremità di queste centine secondo gli angoli del quadrilatero si disegnerà collo stesso modello sulle facce verticali, una curva, partendo dalle parti tagliate, per formar questi angoli. Questa curva comparirà più elevata perchè comincerà ad un punto più avanzato di quella che passa pel mezzo. Dividendo quindi queste curve per una stessa grandezza, si tireranno dai punti di quella di mezzo alle due altre, delle linee rette che indicheranno la situazione del regolo, per formar le parti delle volte che si riuniscono allo spigolo di mezzo.

Le modanature che queste curve debbono sostenere, come anche le incavature e le femmine per le commessioni coi quadri e colle traverse, si disegnano con paralelle; il che si fa agevolmente dai falegnami coi graffietti preparati espressamente; e si eseguono con pialle munite di ganasce che servono a guidare lo stromento per formare le incavature o le modanature.

Per le volte a schifo, l'operazione non differisce da quella che abbiamo indicato, se non in ciò che la superficie preparatoria dev'esser fatta secondo le curve corrispondenti alle paralelle che indicano sulla pianta la spessezza del pezzo; ed anche in ciò, che per trovare lo spigolo di mezzo che deve formare un angolo rientrante, fa d'uopo incavare il pezzo secondo una curva che si disegna collo stesso calibro sopra una delle facce esteriori, per avere le profondità di quest'incavatura a ciascuna linea retta disegnata dalle curve delle estremità a quelle del mezzo, come si vede dalla figura 9.

Delle lunette.

Quando si tratta di una lunetta che penetra

una volta sotto la sua sommità, figure 10 e 11, lo spigolo che si forma all'incontrarsi delle superficie, è una curva a doppia curvatura, la cui esecuzione presenta difficoltà ancor maggiore delle precedenti; ma se ne può trionfar facilmente operando come si è spiegato nel Libro V, per simili lunette di legname grosso.

Si supporrà dapprima un poligono inscritto nella curva, formato con pezzi retti e piatti, commessi come i telai di legname minuto. Questa disposizione è indicata dalle figure 10, 11 e 12 che esprimono la pianta, l'alzato ed il profilo di questa lunetta col modo di trovare l'alluogamento dei pezzi e delle curve per formarla. In queste figure si sono indicate le parti corrispondenti colle stesse cifre e lettere, affinchè si possa seguire più facilmente.

È facile concepire che questa operazione è applicabile allo sviluppo di ogni specie di lunette, qualunque possa essere la positura e la forma della curvatura di esse.

Quando la direzione di una lunetta è obbliqua in pianta o in alzato, e non offre una curvatura simmetrica, bisogna fare l'operazione pei due lati, mentre per le curve simmetriche basta una sola, perchè i modelli fatti per un lato possono servire per l'altro rovesciandoli.

Delle volte sferiche e sferoidiche.

I compartimenti da farsi per rivestire le superficie sferiche, si compongono di curve che sono sempre archi di cerchio in pianta ed in alzato. In quanto alle diminuzioni delle larghezze, si trovano coi principj di sviluppo spiegati nel Libro III.

Nelle volte sferoidiche le curve dei pezzi formanti scompartimento, sono parti di ellissi che possono disegnarsi colle ordinate alle parti di cerchio corrispondenti, come indica la figura 2, Tavola CXXXVII.

Per facilitare l'esecuzione dei pezzi verticali fa d'uopo che sieno compresi fra due piani verticali tendenti al centro; altronde è la disposizione che più conviene per la regolarità dei compartimenti.

Quando non si vuol dare ad essi tal direzione, oppure formano compartimenti curvati, si cercherà la curva corrispondente alla direzione, o alla corda della curva della parte curvata, che si disegna quindi sulla faccia sviluppata.

Non ci estenderemo maggiormente su tali rivestimenti perchè non si usano quasi mai, essendo soggetti a storcersi e a disunirsi; si preferiscono ad essi gli stucchi ed i gessi anche sulle volte in legno; questi ultimi sono infinitamente meno costosi e non sono esposti agli stessi inconvenienti.

CAPO QUARTO

DELLE SCALE IN LEGNAME MINUTO.

Sono d'ordinario piccole scale che si praticano nell'interno degli appartamenti per servire di disimpegno ai locali situati l'uno sopra l'altro. Siccome il sito è spesso limitatissimo, ed i punti d'arrivo e di partenza sono fissi, si è talvolta obbligati di dar loro delle forme contornate onde avere la *sfuggita*, cioè la facilità di poter salire e discendere senza rischiare di urtar il capo contro la parte inferiore dei gradini superiori quando la scala fa più di una rivoluzione. V'è un certo merito a far girare una scala comoda in un piccolo spazio (1). Le figure 1 a 10, Tavola CXXXVIII, rappresentano la pianta e le particolarità di una scala di questo genere tratta dalla Raccolta di legname di M. Krafft, ed eseguita a Parigi sotto la direzione dell'architetto Mandar.

Questa scala, la cui pianta è circolare, con stanghe curve e nocciuolo voto, comincia da una branca retta, e dopo aver percorso circa i tre quarti della circonferenza del cerchio, finisce con una parte di stanga curva precisamente sopra il punto ove ha cominciato.

Ciascun gradino, eccetto il primo, è composto di due tavole commesse a incavature e linguette, delle quali una forma il disopra e l'altra il davanti. I gradini sono fissati per le estremità nelle stanghe con intaccature e trattenuti con cavicchie di ferro munite di testa e di viti e dadi.

Intorno alla pianta si è collocato lo sviluppo delle parti di stanga che vi corrispondono col loro sgrossamento e le intaccature dei gradini. Ciascuna parte è indicata con lettere e cifre corrispondenti a quelle della pianta per facilitarne l'intelligenza.

Le figure 1, 2, 3 e 4 della Tavola CXXXIX rappresentano le piante e le particolarità di una scala a vite a giorno sopra una pianta circolare, con gradini profilati alle estremità senza stanga ed isolata in modo che non è sostenuta se non nel punto ove comincia e in quello ove finisce. Si dà a queste scale il nome d'imprevedute, perchè possono facilmente stabilirsi dopo nello stesso interno degli appartamenti. Del resto l'ardire e l'eleganza della loro costruzione possono in certi casi farle riguardare come oggetti di mobili. Ciascun gradino è a tutto legno con taglio e sovrapposizione come i gradini di pietra o di legname grosso. Questi gradini sono fortemente riuniti fra loro alle estremità con doppie caviochie a viti e dadi, che li uniscono successivamente coi gradini inferiori e superiori attraversandone obbliquamente la larghezza, come lo indicano le figure 3 e 4.

Per evitare le fenditure e gli storcimenti a cui è soggetto il legno pieno si potrebbe fare la massa di legname grosso rivestita di legname minuto. Con questo espediente si riunirebbe la bellezza alla solidità.

Dei gradini in legname minuto.

I gradini di legname minuto si fanno con una, due o tre tavole. Nelle scale rette chiamate da mugnaio e nei marciapiedi o nelle scale da biblioteca, ciascun gradino non è formato che di una tavola sola, commessa nelle stanghe a maschi e code di rondine con intaccature, come indicano le figure 5, 6 e 7, Tavola CXXXIX.

In quanto alle scale segrete i gradini sono d'ordinario composti di due tavole. Quella che forma la parte superiore ha 18 in 20 linee di spessezza; ed è ornata sulla parte anteriore da un profilo in forma di astragalo. Questa tavola è commessa in intaccature praticate nelle stanghe, talvolta con maschi come lo indica la figura 8. L'altra tavola che forma il davanti può avere 10 in 12 linee di spessezza;

(1) Sarebbe impossibile offrire esempi di tutti i casi che possono incontrarsi; non si può che indicare, come abbiamo fatto per le costruzioni in legname grosso, la via da seguire per ottenere le più comode e regolari divisioni dei gradini. Vedi il Libro V, Sezione 2, Capo II.

si commette con quella superiore a incavature e linguette, figura 9.

Quando si vuol formare un soffitto al di sotto, vi si aggiungono altre tavole che si commettono fra loro e nelle stanghe a incavature e linguette. Per impedire che le commessure si aprano in un modo disaggradevole pel ristringimento a cui soggiacciono tutti i legni, si possono commettere a sovrapposizione, come lo indica la figura 10.

Quando queste tavole o rivestimenti posano sotto i gradini la cui larghezza è più grande ad una delle estremità che non all'altra, come nelle branche spirali, il di sotto deve formare uno sbieco, prodotto dalla differenza di larghezza dello scalino indicato dalle figure 11 e 12.

I rettangoli A D E B, F H I G, figura 12, indicano la spessezza che deve avere il pezzo di legno per contenere lo storcimento, ed il trapezio D F G E, figura 11, la sua forma sviluppata.

Facendo questo rivestimento di due pezzi, le loro grossezze saranno indicate dai rettangoli F O N L ed M R I P. È facile vedere che la spessezza diminuisce a misura che diviene minore la larghezza.

Quando il di sotto delle scale deve essere a scompartimenti e quadri, la spessezza delle stanghe, ed i telai per le ringhiere devono essere sviluppati.

In quanto alle traverse ed ai quadri, i legnami che li formano debbono essere scantonati come il di sotto di cui abbiamo testè parlato.

Delle stanghe rette e curve, e degli alberi delle scale.

Le stanghe rette non presentano difficoltà nella loro esecuzione: non trattasi che di disegnare sulle loro superficie interne il profilo dei gradini per incavare le intaccature che debbono riceverli. Conviene soltanto osservare che se le larghezze dei gradini non sono eguali, la parte superiore della stanga deve essere una superficie storta, determinata da linee secondo il prolungamento dei gradini, che debbono essere orizzontali, quando la stanga è a sito, e quindi formare un angolo retto colle verticali delle parti anteriori dei gradini, figura 14.

Delle stanghe curve.

Queste stanghe debbono essere considerate come parti di cilindri incavati, la cui base è espressa dalla proiezione in pianta, e che sono tagliati obbliquamente. Fa d' uopo osservare a questo riguardo che un cilindro incavato formato da curve concentriche, figure 13, 14 e 15, essendo tagliato paralellamente alla sua base con un piano retto, dà ovunque una spessezza eguale; ma se si suppone che questo piano divenga obbliquo è evidente che soltanto la linea intorno alla quale ha girato il piano non cangerà di grandezza, perchè rimane paralella al piano di proiezione; tutte le altre tendenti al centro della curva, divenendo obblique a questo piano, si allungheranno in ragione del loro allontanamento dalla linea intorno a cui il piano ha rotato. Per questa ragione le curvature allungate che formano i modelli delle parti obblique di cilindro nelle quali debbono prendersi le stanghe, non sono di eguale larghezza. Ma siccome il di sopra e il di sotto di tali stanghe debbono essere a livello nel senso delle perpendicolari alla curva in pianta, o secondo la direzione del prolungamento dei gradini, le scantonature che si fanno a tal fine ridanno alle superficie superiore ed inferiore delle fasce una larghezza uniforme come nel piano di proiezione a cui queste linee di livello divengono paralelle.

La figura 14 indica la maniera di formar queste curve allungate per una stanga la cui proiezione in pianta è un' ellisse. Si è considerata questa stanga come un pezzo obbliquo di un cilindro a base ellittica. Per trovare la larghezza e l' inclinazione del pezzo nel quale può essere compresa la stanga si è cominciato dal fare sopra la pianta, figura 13, il profilo dei gradini appresso alla stanga, col mezzo delle altezze e delle larghezze dei gradini elevati sopra la pianta. Fatto questo profilo, si è disegnata una curva che passa per gli angoli dei gradini. Si sono quindi condotte delle paralelle a questa curva per segnare gli spigoli superiore ed inferiore della stanga dalla parte dei gradini.

In quanto all' esterno della stanga, si è diviso il contorno di essa nello stesso numero di parti come l' interno, e dopo aver elevate delle perpendicolari da tali punti di divisione, si sono riuniti alle divisioni interne con orizzontali condotte dai punti, ove questi ultimi incontrano le curve del di sopra e del di sotto, e per queste intersezioni si sono disegnati gli spigoli esteriori della stanga.

Fatta questa proiezione verticale, si sono condotte dai punti estremi delle paralelle per indicare il pezzo di cilindro nel quale deve trovarsi la stanga, economizzando il più possibile la grossezza del legname.

Per eseguire questo taglio obbliquo bisogna

avere un modello, figura 15, che dia le curve superiore e inferiore.

Per formare questo modello si sono condotte delle perpendicolari da tutti i punti in cui le verticali elevate sopra la pianta incontrano la linea retta sopra il taglio obbliquo; sonosi quindi portate su queste linee le grandezze delle ordinate corrispondenti segnate sulla pianta, e per i punti dati si sono delineate le curve allungate che debbono formare gli spigoli del modello. Si farà uso di esso per disegnare i pezzi di legno con cui si deve formare la stanga, non prendendo che la parte che può essere compresa in ciascuno di questi pezzi e si formeranno abbattendo il legno fuori delle parti delineate. Fatte le facce curve, si segnerà su quella dalla parte dei gradini il profilo di essi per le intaccature che debbono riceverli, e le linee superiore ed inferiore che devono essere tangenti agli angoli dei gradini: le linee disegnate sul modello serviranno ad indicare i punti corrispondenti delle linee di livello per formare il di sopra e il di sotto. Si è segnata sul modello la commessura che si può adottare: è una specie di zig-zag che si serra con una chiave. Tutte queste operazioni sono indicate dalle stesse lettere e cifre nei punti corrispondenti, nelle figure 13, 14 e 15.

Quando il piano di proiezione delle stanghe di una scala è un cerchio o un' ellisse, le curve di allungamento sono sempre ellissi, delle quali basta conoscere i due assi per disegnarle in modo esatto servendosi del metodo indicato nel Libro III.

Ma se la curva in pianta non è nè un' ellisse nè un cerchio, il suo allungamento può farsi con ordinate come si è indicato. Questo metodo è generale per tutte le specie di allungamenti, qualunque sia la curva, prendendo per ordinate le linee che non cangiano grandezza nella proiezione in pianta o in una proiezione espressamente fatta.

Delle scale ad S.

La disposizione dei gradini nelle scale, la cui pianta presenta la figura di un' S, merita un' attenzione speciale; in fatti se per procurare alle stanghe una forma regolare, si dividesse su ciascuna di esse i gradini in parti eguali, ne risulterebbero due gravissimi inconvenienti. In primo luogo gli spigoli dei gradini non si presenterebbero perpendicolari alla direzione che segue naturalmente una persona salendo, quindi verso il mezzo della scala i gradini diverrebbero più stretti di quelli delle estremità, benchè al collo fossero tutti di eguale larghezza. Disposta in tal modo una scala non potrebb' essere nè comoda nè aggradevole.

Ecco in qual modo si potranno evitare tali inconvenienti. Disegnata la pianta della scala, figura 16, si dividerà la sua larghezza in due parti eguali per avere la linea della larghezza degli scalini G G; poscia determinato il numero dei gradini e la larghezza di essi, si porterà quest' ultima sulla linea G G, il che darà i punti 1, 2, 3 ecc. per dove debbono passare le parti anteriori dei gradini.

Fatta questa operazione, si prenderà sulla pianta la longhezza interiore di una delle stanghe (essendo tutte e duo perfettamente simili nel caso di cui trattasi) che si svilupperà sulla linea *a k*, figura 18.

Si dividerà quindi questa linea in tante parti eguali quanti sono i gradini; poi, sopra una linea di lunghezza qualunque *q c*, si eleveranno due perpendicolari, una delle quali *p q* avrà per lunghezza la larghezza grande del primo o dell' ultimo gradino, e l' altra *c v* quella della loro picciola larghezza (queste due dimensioni unite non devono eccedere mai in grandezza due divisioni della stanga). Riunendo i punti *p*, *v* con una linea retta, si formerà un trapezio sul quale si troveranno tutte le diverse larghezze degli altri gradini, dividendolo con un numero di perpendicolari eguale a quello dei gradini. Del resto il risultamento di questa operazione non è che una progressione aritmetica nella quale la somma degli estremi è eguale al doppio della somma dei medi.

Minima grandezza degli spazi nei quali è possibile stabilire scale circolari.

Nella seconda parte del *Trattato Teorico e Pratico dell'arte del Carpentiere*, pubblicato nel 1820 dall' architetto Krafft, si trova la soluzione di tre problemi di questo genere, il risultamento de' quali sembrerà certamente un utile complemento alle particolarità nelle quali siamo entrati su questa parte importante della costruzione.

PROBLEMA PRIMO

Qual è il più picciolo spazio circolare su cui si possa stabilire una scala comoda, cioè i cui gradini abbiano 6 pollici di passo, 12 di larghezza, tre piedi di lunghezza e 6 piedi di sfuggita; condizione che determina 13 gradini in una rivoluzione? Figure 11 e 12, Tavola CXXXVIII.

Risultamento della soluzione :
7 piedi, 1 pollice e 7 linee.

PROBLEMA SECONDO

Qual è il più picciolo spazio circolare su cui si possa stabilire una scaletta praticabile, benchè un po' stretta, cioè coi gradini di 6 pollici di passo ed 8 di larghezza : che abbia 6 pollici di nocciuolo e 72 di sfuggita; ciò che riduce a 18 il numero dei gradini di una rivoluzione ?

Risultamento della soluzione :
5 piedi, 0 pollici e 2 linee.

PROBLEMA TERZO

Forzati dalla collocazione a ridurre la larghezza di ciascun gradino a 7 pollici ed 8 linee, di portare il passo a 6 pollici e 4 linee d'altezza, e di non metterne che 12 in una rivoluzione, qual è il minore spazio circolare su cui possa essere costrutta questa scala, riducendo il suo nocciuolo a 5 pollici ? Figure 13 e 14, Tavola CXXXVIII.

Risultamento della soluzione :
4 piedi, 5 pollici e 6 linee.

SEZIONE SECONDA

OPERE MOBILI DI LEGNAME MINUTO

CAPO PRIMO

DE' TELAI, DELLE IMPOSTE, DELLE PERSIANE E GELOSIE.

DEI TELAI

Comunemente appellansi finestre (*croisées*) le aperture fatte nei muri degli edifici ad oggetto d'introdurre nello interno degli appartamenti l'aria e la luce; nome che senza dubbio da prima fu dato alle invetriate che servono a chiudere tali aperture. In fatti esaminando in queste opere la disposizione dei legnami, pare facile spiegare come, per estensione, il nome di finestra che loro era proprio, in seguito diventò quello dei siti ove essi sono veduti nel complesso degli edifici.

I telai, sotto il rapporto della loro costruzione, possono essere considerati come il più ingegnoso e delicato lavoro da falegnamo, e l'arte non potrebbe attualmente ricevere nessun utile perfezionamento nelle forme e nelle proporzioni che ciascuna parte ha ricevuto dal tempo e dall' esperienza.

Si dividono comunemente i telai in molte specie secondo la grandezza e le forme loro; ma siccome oltre alcune particolarità di esecuzione facilmente interpretabili, la costruzione è assolutamente eguale in tutti i casi, così non si parlerà in questo Capo che del modo di disporli e metterli insieme (1).

Tutti i telai si compongono di due parti distinte, cioè del vero telaio o telaio maestro (*dormant*) e d' invetriate (*chassis vitrés*). Il telaio è formato di due battenti B B, figura 1, Tavola CXL, del pezzo d' appoggio P, e della traversa superiore A; vi si aggiugne talvolta una traversa C, detta *impostatura*, per diminuire l'altezza de'telai quando le finestre sono molto grandi.

Le invetriate sono formate, 1.° di due battenti, uno de' quali *f* chiamasi a *noce*, e l'altro *g* a *regolo* per quello a destra; quello a sinistra ha anch' esso il suo battente a *noce f* ed un altro picciolo *h* detto a *gola di lupo*; 2.° della traversa superiore *i*; 3.° del gocciolatoio *l*; 4.° di molte traverse *m* commesse a maschio e femmina nei battenti che servono a contenere le lastre di vetro.

Nelle finestre di 10 piedi fino ai 12 o 15 di altezza si mettono d'ordinario le impostature, onde diminuire quant' è possibile la grandezza ed il peso dei telai, e maneggiarli più facilmente; le finestre sono generalmente munite d'imposte a telai di vetri, e quelle che non ne devono avere sono sempre disposte in modo da poterne ricevere in seguito.

Ai battenti dei telai maestri di queste finestre si danno 2 pollici in 2 pollici e 6 linee e per fino 2 pollici e 9 linee di spessezza so-

(1) Le seguenti particolarità sono tolte in parte dall' opera di Roubo figlio, che ha dato la più compiuta descrizione di questi lavori.

pra 4 pollici o 4 pollici e 6 linee di larghezza se vi sono strombature; e soltanto 3 pollici se non ne esistono (1). Si deve fare in modo che essi diminuiscano l'apertura della finestra almeno di un quarto di pollice sull'altezza e sui lati; figura 1, numeri 3 e 4.

Lo spigolo interno di questi battenti è solcato da una scanalatura profonda 5 in 6 linee sopra 6 in 7 di larghezza, la quale serve ad isolare le imposte de' telai a vetri. Lo spigolo della scanalatura che è sul fianco del pezzo, come anche quello del battente a noce che deve applicarvisi contro, sono poscia di nuovo incavati in forma di *quadrante*, in modo da formar insieme una scannellatura a semicerchio nella quale trovasi esattamente collocata la metà del ganghero.

Per trattenere i telai lungo i battenti dei telai maestri e chiudere più esattamente l'apertura della finestra, si pratica sulla spessezza di questi ultimi una incavatura in forma di canale, che si chiama *noce*, nella quale si colloca una bacchetta della stessa misura che si pratica nei battenti de' telai chiamati perciò battenti di *noce*; questa incavatura deve avere i due quinti della spessezza del telaio; figura 1, numeri 3 e 4.

Le commessure dei battenti dei telai maestri colle traverse superiori e coi pezzi d'appoggio si fanno a maschio ed inforcatura, a meno che per un caso straordinario le traverse superiori non sieno assai larghe mentre allora vi si farebbero soltanto delle intaccature. La spessezza di queste commessure deve essere due settimi di quella del battente o il terzo al più; figura 1, numeri 4 e 5.

I pezzi d'appoggio hanno dai 3 fino ai 4 pollici di spessezza, secondo il modo onde la parte interiore delle pietre di sponda si ragguaglia col battitoio del vano; il numero 4 indica il miglior modo di formare questi ragguagliamenti.

Le traverse superiori debbono avere la stessa grossezza dei battenti dei telai maestri con pollici 2 e 1/2 ai 3 di larghezza ed 1 pollice di più nelle finestre internamente schianciate, figura 5.

La larghezza di queste traverse è determinata, 1.° da quella del battitoio *(feuillure)*; 2.° da quella della bocchetta della spagnoletta; 3.° dalla sovrapposizione delle imposte de' vetri più un pollice di spazio per poterli maneggiare.

Le impostature sono, come si è già detto, traverse che servono a diminuire la soverchia altezza de' telai; esse debbono avere 3 in 4 pollici di altezza, sopra una larghezza eguale a quella dei battenti dei telai maestri presso al battitoio, a meno però che i telai a vetri non salgano, come nelle finestre arcuate, fino all'origine della curvatura, mentre allora dovrebbero terminare ove termina la spalla.

L'impostatura al di sotto ha internamente un'intaccatura nella quale entra la grossezza del telaio, ed alla quale si danno 6 in 7 linee di altezza. Lo spazio compreso fra il di sotto della traversa superiore e l'impostatura è chiuso da telai maestri, innestati all'alto ed al basso in intaccature; per l'inferiore si segue la disposizione stessa dei pezzi d'appoggio e dei gocciolatoi de' telai mobili. Questi due telai sono divisi da un pezzo verticale largo come il regolo sporgente nel battente destro, commesso sotto e sopra a maschio e femmina, figura 4.

Quando le finestre sono arcuate superiormente, si collocano le impostature a livello delle origini della curva; ma quando sono squadrate, dopo aver fatto il compartimento totale dei quadretti, salvando la larghezza delle impostature, de' gocciolatoi e delle traverse, vi si metterà l'impostatura all'altezza di un quadretto sotto l'architrave della finestra. In tutte le finestre i quadretti debbono essere di forma bislunga; possono avere l'altezza di un quarto, fino ad un terzo di più della loro larghezza.

Nelle finestre arcuate bisogna far girare i battenti dei telai maestri della stessa larghezza anche intorno alla curva; allora si fa la traversa arcuata di tre o quattro pezzi commessi ad inforcatura, o per maggiore solidità a zig-zag; le due estremità della traversa arcuata si commettono a maschio nell'impostatura.

I battenti de' telai differiscono di larghezza in ragione della loro grandezza e delle modanature con cui si vogliono ornare i telai stessi; frattanto la larghezza dei battenti sinistri non varia che dai 3 pollici ai 3 pollici e 1/2 nelle finestre di larghezza ordinaria, cioè dai 4 ai 5 piedi di apertura, dei quali 2 pollici per la parte men larga ed il rimanente per la noce e la modanatura.

I battenti a destra hanno per larghezza pri-

(1) La larghezza dei battenti fissi è determinata dalla spessezza che formano le due parti ripiegate delle imposte de' telai a vetri, più la grossezza dell'ingegno che serve a portare la spagnoletta che si trova *fra* esse ed impedisce che si uniscano.

mieramente la spessezza dei battenti dei telai maestri con quella dei loro battitoi, la quale varia dai 2 pollici ai 2 o 1/2; più quella della parte men larga che può avere da 6 linee fino ad un pollice, secondo che le finestre sono più o meno larghe; finalmente quello della modanatura *m*; riguardo ai piccioli battenti *p* la loro larghezza comprenderà quella della parte men larga e della modanatura, più la metà della loro spessezza; numeri 7, 8, 9 e 10.

In quanto alla grossezza del telaio, può variare dalle 15 fino alle 20 linee, secondo lo esigono la grandezza delle finestre o le condizioni del contratto. Si può diminuire proporzionalmente la larghezza dei legni nelle finestre al di sotto delle dimensioni ordinarie; ma la grossezza di essi rimane costantemente la stessa.

La costruzione delle finestre di straordinaria grandezza, come quelle dei grandi appartamenti, delle gallerie, serre ecc., non differisce da quella delle precedenti che per la grossezza e lunghezza dei pezzi; essendo la grossezza dei battenti de' telai in queste finestre portata fino a 2 ed anche 3 pollici, e la loro larghezza fino a 4 in 5 pollici.

Le traverse superiori del telaio *h*, figura 1, hanno ordinariamente 3 pollici di larghezza sopra una spessezza eguale a quella dei battenti. Ai gocciolatoi si danno dai 3 ai 4 pollici di larghezza sopra 1 pollice ed anche 1 o ½ in larghezza più della spessezza de' telai. Questo eccesso di sporto serve a formare un lacrimatoio, la cui parte al di sotto è incavata a taglia gocce per facilitare esternamente lo scolo delle acque; numeri 5 e 6.

Le traverse e i gocciolatoi avranno le stesse forme e dimensioni nei telai delle impostature; si potranno però tenere alquanto più strette che nei grandi telai, onde lasciar più spazio alla luce; numero 6.

Le aperture dei telai a gola di lupo, numero 8, sono preferibili alle altre perchè tengon fermi i telai nella loro altezza e si congiungon meglio in tutte le loro parti. Non si debbono impiegare le aperture a gola, numero 9, ed a smentatura, numero 10, che nelle porte a vetri, e nel caso di finestre di pianta curva.

Ne' telai che si aprono a gola o a smentatura i due battenti che si uniscono debbono essere di una stessa larghezza; ed hanno oltre la spessezza de' telai quella del fianco esterno o interno, secondo che sono situati a destra od a sinistra; numeri 9 e 10 (1).

La spessezza dei piccioli legni è eguale a quella de' telai. La loro commessione debb' essere in fondo al battitoio, e si farà più profonda che sia possibile, sopra 3 in 4 linee di larghezza al più per lasciar maggior forza alla parte posteriore dei piccioli legni, numero 11.

In generale tutta la solidità di queste opere consiste nelle unioni; fa d' uopo che sieno estremamente giuste, ed eseguite con tutta la possibile precisione. Basta però che la commessione sia giusta sulla grossezza, altrimenti l' estremità dei battenti si fenderebbe.

Le porte a vetri differiscono dalle finestre di cui si è parlato, dall' aprirsi sempre a gola o a smentatura, come testè abbiam detto, e perchè inferiormente hanno certi quadri intorno ai quali gira la stessa modanatura che è al di sopra. Questi quadri sono agguagliati al di fuori o fanno corpo sul telaio, ed allora chiamansi quadri ricoperti; numero 12.

Sulle traverse di appoggio delle porte a vetri si devono riportare e foggiare delle cimase piane di uno o due pollici di larghezza, secondo la grandezza delle porte, le quali gireranno, della stessa grossezza, lungo i fianchi per servire a portar le imposte de' vetri.

Nei muri in pietre gregge si usa incavare e murare nei quadri lo sporto del profilo del pezzo d'appoggio e dell'impostatura, ma si evitano le intaccature togliendo dai due fianchi lo sporto di questi profili nella larghezza dei battitoi quando i muri sono di pietre di taglio.

Quando il telaio maestro è a sito fa d' uopo applicarvi i telai a vetri onde vedere se lo spazio è eguale per tutta la larghezza della finestra: perciò è necessario far ferrare questi lavori prima di metterli a sito.

Prima di murare e fermare una di queste opere è necessario metter fra i telai e le traverse dei battenti dei telai maestri, delle picciole biette grosse quanto è lo spazio libero che si vuol dare ad essi onde non si facciano piegare murandoli; fa d' uopo anche mettere dei cunei di legno fra il battente del telaio maestro ed il muro per contenere il sistema mentre si sta murandolo, ma soltanto rimpetto alle tra-

(1) Internamente il battente che si apre il primo deve sempre essere nel telaio destro, come indicano i numeri 8 e 9, a meno di un caso straordinario, come nelle porte a vetri di cui sempre si deve spignere innanzi il telaio a destra entrando nell' appartamento.

verse ed alle imposte, perchè i batteoti non pieghino. Si fermano essi con arpioni murati sepolti per tutta la loro grossezza nei battenti ove sono fissati da viti a testa schiacciata; o per maggior solidità si dà a questa estremità dall' arpione la forma di coda di rondino. Se vi è un po' d' intervallo fra i telai ed il fondo dei battitoi, il che è quasi inevitabile, si riempie con gesso mescolato ad alquanta polvere, onde impedire che spinga troppo il telaio fermo.

DELLE IMPOSTE.

Le imposte sono opere di legname minuto destinate a chiudere con più sicurezza le aperture delle finestre ed a modificare l' intensità della luce nell' interno degli appartamenti, e si compongono di battenti, di traverse, di quadri e di fregi disposti a scompartimenti come nei rivestimenti, figura 2.

Le imposte sono sempre divise in due e talvolta in tre parti, in ragione della larghezza del telaio che coprono e della profondità o grossezza del muro. Perchè sieno di un pezzo solo, cioè senza spezzatura sulla larghezza, fa d' uopo che le grossezze de' muri sieno tali da poterle contenere, il che non avviene che in un piano sotterraneo o nel piano nobile di un palazzo. Quando le imposte sono così disposte, non vi si fa battitoio all' intorno, e si montano con gangheri e nodi sullo spigolo, o, per maggior proprietà, con cardini; numeri 13 o 14.

La spezzatura delle imposte si fa in due maniere diverse: 1.° ad incavatura e linguetta, come indicano i numeri 15, 18 e 21; 2.° a scanalatura; numeri 16 e 17. Le ultime parti delle imposte spezzate debbono essere più strette di 15 linee almeno, onde lo sporto dell' anello della spagnoletta non nuoccia rompendole, e non occorra fare intaccature nel pezzo fisso per farvi entrare le ferramenta; numero 16.

In generale ai battenti delle imposte che portano i gangheri si danno pollici 2 fino a 2 e 1/2 di larghezza più i battitoi e la modanatura, e 3 linee ed anche 6 di meno a quelli dei marginí; quelli della spezzatura debbono avere insieme 3 in 4 pollici di larghezza, e la loro spessezza dev' essere 14 in 16 linee.

Le traverse delle imposte debbono aver di larghezza 2 pollici e 1/2 o 3 pollici in coltello, tanto le superiori che le inferiori e quelle di mezzo, più la larghezza delle modanature e dei battitoi. Le loro commessioni debbono sempre essere situate, per quanto è possibile, dietro l' incavatura ed aver di grossezza i due settimi di quella delle imposte. Per maggiore solidità si faranno passare queste commessure a traverso dei battenti di spezzatura.

Lo scompartimento delle imposte è soggetto alle stesse condizioni di quello de' rivestimenti e delle porte, e perciò mandiamo il lettore alle spiegazioni che diamo su tale soggetto.

Delle persiane.

Chiamansi persiane le chiudende formate di telai come quelli delle finestre, ma il cui voto è riempiuto da regoli sottili di legno distanti fra loro quant' è grosso il telaio, e disposti diagonalmente dall' alto in basso in modo da riparare l' interno degli appartamenti contro il sole e la pioggia, lasciando passar entro liberamente l' aria e la luce, figura 3.

L' uso delle persiane sembra dal loro nome venirci dall' Asia, ed in fatti è verisimile che questa ingegnosa invenzione venga dal paese stesso di cui porta il nome.

Le persiane debbono sempre aprirsi all' infuori, possono essere posate senza battenti, accomodate soltanto nei battitoi praticati nella pietra o nel gesso sullo spigolo esteriore del fianco della finestra. Quando le persiane debbono avere i battenti questi debbono essere situati nel battitoio; numeri 22 e 23.

I legni de' telai hanno dai 3 fino ai 4 pollici di larghezza sopra 15 ed anche 20 linee di spessezza, secondo lo esige l' altezza delle finestre. I regoli si commettono ne' telai in tre maniere diverse: la prima è di farli entrare in intaccatore ne' batteoti, osservando di farle più profonde superiormente affinchè i regoli si serrino nell' entrare. Si fermano al basso con una punta da ciascuna parte; numeri 24 e 25.

La seconda maniera è di farli entrare in intaccature come le prime e di praticare un perno che entra in un foro che si fa nel mezzo dell' intaccatura; numeri 26 e 27.

La terza finalmente è quella di non fare nè intaccature nè perni, ma di fare in ciascun regolo un maschio largo 5 in 6 linee. Questa ultima maniera è la più solida e conveniente; ed è anche preferibile per ciò che non si è costretti a metter la traversa larga all' alto del telaio; in questo caso si lascia ai maschi di due o tre regoli soltanto una lunghezza sufficiente onde poterli incavicchiare; numeri 26, 28 e 29.

Si abbatterà sopra o sotto la grossezza delle traverse internamente secondo l' inclinazione de' regoli; sarà lo stesso circa a quelle di mezzo, alle quali si potrà dare la spessezza di 2

o 3 regoli secondo l' altezza della finestra.

Talvolta i regoli sono mobili in tutta l' altezza del telaio o soltanto in una parte; ma in questo caso non possono sovrapporsi orizzontalmente gli uni sugli altri, come si vede nel numero 30. Si posano i regoli mobili in modo che quando sono chiusi possano unirsi esattamente gli uni cogli altri; i regoli possono essere foggiati a gola sulla grossezza; vi si possono anche praticar delle intaccature, il che è più solido delle smentature ordinarie.

Delle gelosie.

Le gelosie, figura 4, possono essere considerate come specie di cortine di legno atti a supplire, con economia, le persiane di cui ora si è parlato. Le gelosie si compongono di lamine larghe 4 pollici con 2 linee di spessezza, trattenute a distanze eguali fra loro da fettucce che le inviluppano, e attraversate da corde che servono a farle salire, discendere e muovere in tutti i sensi. Nulla v' ha di più ingegnoso del loro meccanismo, nè di più semplice della loro costruzione. L' uno e l' altra sono tanto conosciuti in oggi che ci sembra inutile entrare in più lunghe particolarità su tale riguardo, tanto più che le figure che ne diamo bastano da sè sole a facilitarne l' intelligenza; vedi il numero 31.

CAPO SECONDO

DELLE PORTE

Il principale oggetto dei lavori da falegname essendo in architettura quello di formar superficie commesse per rivestire i solai ed i muri, divider l' interno degli appartamenti e far le chiudende mobili alle aperture praticate nei muri degli edifici, ne risulta che tutte queste opere diverse debbono presentare fra loro nella lor disposizione molti punti di rassomiglianza. Questa osservazione può applicarsi senza restrizione alla costruttura delle porte, tanto più che vi s' impiegano generalmente le disposizioni proprie dei tavolati, degli scompartimenti dei rivestimenti e dei tramezzi secondo il capriccio dell' artista, ed i luoghi ove debbono essere collocate. Le figure 1 a 5, Tavola CXLI, offrono il complesso delle principali applicazioni che sono state fatte di questi vari sistemi di commessure. A ciò che è stato detto sopra ciascuno di essi nei capi precedenti aggiugneremo alcune particolari descrizioni circa alla costruzione delle porte tanto interne che esterne.

Delle porte piene.

La costruzione delle porte piene differisce poco da quella de' solai continui, de' quali abbiam già parlato. Queste porte si compongono di tavole commesse fra loro a incavature e linguette e con chiavi per impedire che si disuniscano, ed alle estremità sono commesse in traverse chiamate incastrature. Quand'esse hanno più di 15 linee di spessezza si congiungono in piano e vi si riportano le linguette che si fanno più sottili che sia possibile, onde conservare più solidità alle commessure. Queste commessioni, che possono anche convenire alla parte superiore delle tavole e delle altre opere dello stesso genere, sono rappresentate dalle figure 15 e 16 della Tavola CXXXI.

È essenziale dare dello *sfogo* ai maschi che entrano nelle incastrature, cioè allargare i fori delle caviglie nei maschi ed ingrandire le femmine in senso contrario, acciò quando ciascuna tavola si ritira in sè stessa nè dalle cavicchie, nè dalle spalle sia trattenuta e faccia fendere le commessure (1).

Questo sfogo deve adunque essere eguale nei due lati come vedesi in E, nel quale le linee punteggiate indicano il vero posto delle cavicchie, e quelle segnate a destra ed a sinistra la grandezza dello sfogo.

Quando queste porte sono troppo esposte all' umidità non si mette che un' incastratura al di sopra e semplicemente una spranga al basso, perchè in questa situazione i maschi infracidirebbero troppo presto. Questa osservazione può egualmente applicarsi a tutte le altre opere esposte all' aria ed all' umidità.

Dei portoni.

Le due mezze imposte dei portoni sono d'ordinario composte di un grosso telaio per ciascheduna, all' alto del quale è un quadro, e di due sportelli, uno fisso e l'altro mobile (2), figura 5.

(1) La parola *sfogo* può egualmente applicarsi al voto che si osserva nel fondo delle commessure praticate sulla larghezza dei legnami, come nelle intaccature dei quadri coi telai, e che si ottiene dando agli incavi una profondità maggiore della larghezza del regolo che deve entrarvi, misurata al di fuori delle sue linguette. Così nelle commessure la maggior larghezza delle linguette e l' eccesso della profondità degli incavi non hanno altro scopo fuor quello di formare un doppio sfogo ai legni quand' essi si restringono a cagione del gran caldo e si gonfiano nel verno a cagione della umidità. Nascono necessariamente da queste variazioni alcune irregolarità nei compartimenti dei legnami minuti; ma siccome la temperatura media è la più costante, bisogna attenersi ad essa per istabilire i lavori in tutta la loro regolarità.

(2) La distribuzione dei compartimenti nei portoni è sottoposta alle stesse condizioni di qualunque altro la-

La spessezza del grosso telaio dei portoni debb' essere proporzionata alla loro altezza: sarà essa di 4 pollici nelle porte alte 12 piedi; di 5 pollici in quelle di 15, e di 6 pollici in quelle di 18 piedi d' altezza. I battenti dei margini devono avere la larghezza eguale alla spessezza, più la grandezza del campo che può variare dai 5 ai 7 pollici in ragione dell' elevazione della porta; conviene anche aggiungervi 1 pollice, 15 ed anche 18 linee, per la modanatura che si fa lungo tutti gli spigoli interni; figura 4, numero 1.

I battenti del mezzo avranno la stessa larghezza di campo e di modanatura dei precedenti, più la metà della spessezza di essi, per le porte che si aprono a scanalature, ed il terzo in quelle che si aprono a noce; numeri 2 e 3.

Le traverse di sopra come quelle di mezzo debbono avere la spessezza e larghezza di campo dei battenti, più 2 pollici o 2 pollici e ½ di larghezza per quello di sopra, e le indentature e modanatnre necessarie tanto per queste come per quelle di mezzo; numeri 4 e 5.

Le traverse inferiori debbono avere 5 pollici almeno di larghezza e 6 pollici al più, onde non impacciare quando si passa sopra per gli sportelli: la loro spessezza è eguale a quella dei battenti, nondimeno talvolta si tiene più forte in modo da formar pliato sulla parte anteriore; numeri 6 e 7.

I battenti che portano lo sportello debbono essere internamente fermati; si lasceranno 15 linee di guancia agguagliate in quelli che hanno 4 pollici di spessezza, 18 linee in quelli di 5 pollici, e 21 in quelli di 6 pollici; le incavature avranno la larghezza del terzo di ciò che rimane dopo la guancia, o della spessezza dello sportello, il che è lo stesso, sopra 1 pollice di profondità.

La traversa sopra lo sportello dev' essere incavata del pari, ma non si farà incavatura a quella di sotto, perchè non servirebbe che a conservar l'acqua, ciò che farebbe marcire la traversa.

Negli sportelli fissi e nei battenti di telai si deve mettere una chiave sull'altezza nelle porte piccole e due nelle grandi; queste chiavi che servono a contenere la diversione dei battenti e ad impedire che le porte pieghino, debbono avere larghezza e spessezza convenienti. Lo sportello mobile è simile in tutto all' altro, eccetto che in vece d' incavature vi si fanno scanalature della stessa profondità.

Le commessure dei grossi telai debbono aver i due settimi o il terzo al più della grossezza del telaio; debbono essere estremamente giuste, devesi evitare di farle troppo forti nel senso della spessezza, dovendo essere tutta la loro forza secondo la larghezza. Se le commessure non empiessero esattamente le incavature o le scanalature de' telai si avrebbe cura di empierle con barbe serbate alla radice dei maschi e delle inforcature. Questa osservazione è essenzialissima, perchè quando rimane del voto fra le commessure la guancia può infossarvisi.

Gli spigoli dei battenti dei margini debbono essere rotondati affinchè non nuocano all' apertura della porta. Si forma d' ordinario un regolo schiacciato sul battente di mezzo della larghezza della incavatura o della noce. Lo sviluppo di questo regolo dev' essere di un quarto di pollice circa ond'eguagliare lo spazio che si osserva fra le due mezze imposte d' uscio; numeri 2 e 3.

Anticamente l' ingresso dei portoni era munito di soglie col mezzo delle quali essi erano appoggiati del pari all' alto ed al basso, in guisa che le due mezze imposte erano sufficientemente trattenute da una semplice scanalatura: ma, soppresse le soglie, fu d' uopo ricorrere al modo di fermarli a *noce* per supplire all' appoggio che queste procuravano alla parte inferiore delle due mezze imposte. Questo metodo ha anche il vantaggio di render più facile la ferratura; numero 5.

La posatura dei portoni è penosissima pel loro enorme peso. Il falegname non ha altra cura che di metterli a sito; l' essenziale consiste nella bontà e solidità del murarli. Il falegname deve recare tutta la sua attenzione a collocare le imposte esattamente verticali e addrizzando l'una coll' altra; questa precauzione è soprattutto essenziale quando l' apertura di queste porte è a noce. Giova non lasciare all' alto che un quarto di pollice di spazio, mentre per quanto sieno buone le ingessature, il peso enorme delle due mezze imposte le fa sempre discendere e con ciò procura ad esse tutto lo spazio necessario.

voro di legname minuto; spetta all' arte il trarre il maggior partito possibile dai dati che le somministrano l' esperienza e la pratica. Altre volte si sostituivano delle intelaiature ai quadri inferiori che correano pericolo d'essere guasti; talvolta si muniva anche il davanti delle porte d' una fascia di ferro piatta collocata all' altezza degli assi per preservare il legno da ogni danno. Questi espedienti, convenientemente studiati, potrebbero dar luogo ad una decorazione ragionata preferibile a quella già adottatasi pei lavori di tale natura.

Sulla larghezza fa d'uopo avvicinar inferiormente l'una all'altra le due mezze imposte, ed al contrario dar 9 linee di spazio all'alto, ed anche 1 pollice nelle porte di grande altezza, il che si fa intromettendovi una zeppa di grossezza pari alla misura dell'isolamento che si vuol ottenere.

Quando si vuol attaccare ai muri un portone fa d'uopo aver cura di assicurarlo bene con zeppe al basso ed ai lati; e di non levarle se non ventiquattr' ore dopo che la porta è murata perchè il gesso abbia avuto tempo di far presa, e le ingessature non provino, per quant'è possibile, alcun movimento.

Le porte ad una sola imposta, indicate sotto il nome di *porte bastarde*, alle quali si danno da 4 fino a 6 piedi di larghezza, si fanno nella stessa maniera degli sportelli de'portoni: vi si osserva la stessa disposizione e la stessa grossezza di legnami. Talvolta in queste porte si sostituisce ai quadri pieni della parte superiore, un graticcio per procurar luce ai luoghi cui danno ingresso, figura 6.

Delle porte degli appartamenti, dette porte con telaio.

Ciò che si è detto precedentemente circa alla costruzione dei rivestimenti, può del tutto applicarsi a quella delle porte interne, che non differiscono dalle prime se non in quanto debbono essere apparenti da ambe le parti. Le porte degli appartamenti si aprono sempre a scanalature: la spessezza dei legnami che vi s'impiegano è regolata a seconda della grandezza di esse, cioè: le porte alte dai 7 ai 9 piedi avranno 15 linee di spessezza, quelle di 9 in 12 avranno 18 linee, e quelle di 12 a 15, 20 linee di grossezza.

Le aperture delle porte degli appartamenti sono affatto rivestite di lavori da legname, cioè: le due facce, di stipiti contro i quali si commettono i rivestimenti; e il di sotto e i fianchi della grossezza dei muri con rivestimenti che si commettono cogli stipiti, figura 7.

La posatura di queste porte esige alcune precauzioni per conservare l'allineamento e la simmetria nelle infilate, cose che lo studio e la pratica fanno ben presto conoscere.

Gli stipiti che debbono ricevere le porte si situano in maniere diverse sulle aperture in legno o in gesso. Nei tramezzi di grosso legname si possono fermare con chiodi, quando i legni sono apparenti, oppure attaccarli con arpioni a vite, una delle estremità dei quali è in più luoghi traforata per infiggere i chiodi ne' travi che formano le porte, il che è preferibile. Quando queste sono ne' muri gli arpioni a viti debbono essere codati e terminare in un pezzo da murarsi, onde poter entrare nelle fabbriche.

In quanto ai controstipiti, si fermano con chiodi sui tramezzi di grosso legname, e nei muri con arpioni retti fissi a viti obbliquamente al di sotto, in modo che la parte da murarsi passi interamente fuori, per poter essere più facilmente munito.

Si possono anche riunire gli stipiti coi rivestimenti col mezzo di viti a teste perdute, e fermarle quindi sui lati con arpioni da punte, o da gesso, il che è ancora più solido.

Trovandosi i rivestimenti abbastanza trattenuti dalle incavature e linguette che si uniscono agli stipiti, è utile soltanto strignerli al di dietro con zeppe allorchè vi si trova troppo spazio onde impedire che pieghino nel senso della larghezza.

Indipendentemente dalla disposizione ornamentale del compartimento, i rivestimenti e le porte sono suscettibili di ricevere l'applicazione di certi ornamenti presi dagli ordini architettonici: così in queste opere coma in tutte quelle dello stesso genere, gli spigoli sporgenti dei telai, dei battenti e delle traverse possono essere lavorati in modo da formare una cornice intorno ai quadri, ai fregi ed ai pilastri da essi disegnati. Ai quadri in tal guisa formati si dà il nome di *compartimenti a piccioli quadri*; figure 7, 9 e 10, numero 8.

Per procurare maggior grandezza e rilievo a questi ornamenti, in certe occasioni l'arte fu condotta ad aumentar la grossezza de' telai onde poter far distaccare i quadri sporgenti sui campi degli scompartimenti; ma siccome quest' apparecchio importerebbe troppo lavoro e troppa perdita di materiale, s'immaginò poscia di riportare a incavature e lingnette intorno ai quadri, e indentatura a' telai, dei veri quadri più grossi di questi ultimi. Il risultamento che si voleva e che in effetto si ottenne da questa disposizione, fece dare ad essa il nome di *compartimento a grandi quadri*; figura 9, numeri 9, 10, 11 e 12.

Le cornici a indentature si commettono in due maniere: la prima è di tagliarli semplicemente ad ugnatura, e di ritenere la commessione con una specie di chiave o traversa detta dai Francesi *pigeon*; numeri 9 e 10.

La seconda e miglior maniera è quella di commetterli a maschi e femmine o ad inforcature per tutta la larghezza del quadro, il che è preferibile ai maschi a spalla, perchè lo

si trova trattenuto per tutta la sua larghezza; numero 11.

Le indentature o incavature che ricevono i quadri debbono essere poco profonde onde indebolir meno le guance di questi ultimi; e perciò non si daranno ad esse che 3 io 4 linee di profondità, o la loro spessezza sarà 2/7 di quello de' telai; numero 12.

Nelle opere a doppia faccia, come sono le porte interne, avviene talvolta che dietro certe disposizioni la distribuzione degli scompartimenti non corrisponda esattamente da una faccia e dall' altra il che dà luogo a commessure complicate indicate dai falegnami francesi col nome di *flottages* o di *assemblages flottés*. Tutte le difficoltà di questo genere si trovano riunite in due porte della chiesa di S. Genoveffa, delle quali mio figlio ha particolarmente diretto l' esecuzione: sono quelle che chiudono l' ingresso della chiesa dalla parte della scala che conduce alla cappella sotterranea ove sono deposte le ceneri di Germano Soufflot, autore di questo bel monumento.

Le figure 9 e 10 della Tavola CXLI fanno vedere le due facce di queste porte, fatte con iscelto legno di quercia; hanno 13 piedi e 6 pollici di altezza dalla parte più grande (metri 4,385) sopra 7 piedi e 2 pollici di larghezza (metri 2,328) comprese le due aste sulle quali sono commesse. I legnami dei battenti e delle traverse sono stati presi in battenti da portone grossi 4 pollici.

Del resto, i numeri 14, 15, 16 e 17, posti sotto questa figura, nulla presentano che non sia facile spiegare col sussidio di tutto ciò che è stato detto circa alle commessure nei capi precedenti, ed è perciò che crediamo non dover aggiugner nulla alla descrizione grafica.

SEZIONE TERZA

LAVORI DA FALEGNAME APPARTENENTI ALLE CHIESE

Sostituendo la pietra al legno nella costruzione degli edifici, ne è risultato, come abbiamo già detto, maggiore durevolezza; ma l'uomo, assicurate che ebbe le produzioni dell'arte di edificare contro le intemperie delle stagioni, dovette poi assicurare la propria esistenza contro le infermità prodotte dall'umido e dalla frescura delle fabbriche. I Romani, che curavano ciò che poteva concorrere alla salubrità, come ciò che serviva alla piacevolezza delle abitazioni, ricorsero in diversi casi a certi apparecchi ingegnosi descritti da Vitruvio, e dei quali alcuni esempi sussistono ancora (1). Altronde, siccome sotto l'influsso del bel cielo d'Italia questi inconvenienti non potevano essere di lunga durata, i tappeti, le tappezzerie o il fuoco dovevano bastare il più delle volte a tener sani gli appartamenti momentaneamente impregnati d'umidità atmosferica; però non si vede che abbiano mai rivestiti i muri e le soffitte d'altro che di musaici o di stucchi anche nell'interno dei loro appartamenti (2).

Se in mezzo a tutti i soccorsi da cui siamo circondati nelle nostre abitazioni, i rivestimenti di legno ci sembrano necessarî per preservarci dal contatto del marmo e della pietra, questi lavori sono assolutamente indispensabili nei vasti monumenti, come sono le nostre chiese, che debbono essere costantemente abitate dai preti, senza che sia possibile raddolcirne la temperatura. Alla necessità in cui si è trovata l'arte di far figurare le opere di legname nella disposizione interna degli edifici tanto per utile come per decorazione, dobbiamo il conoscere fino a qual punto possa perfezionarsi questo genere di lavori.

CAPO PRIMO

DEI PORTAPIVIALI ED ALTRI ARMARÎ

I portapiviali sono certi armarî ad uso delle sagrestie, i quali presentano una disposizione particolare, così che meritano di essere minutamente descritti. Vedi la Tavola CXLII.

Sono larghi 11 piedi sopra 5 piedi e mezzo di profondità ed alti 3 piedi e 3 pollici e mezzo; sono muniti internamente di cassetti semicircolari, il diametro de' quali è 10 piedi e mezzo sopra circa 3 pollici di profondità. Il fondo, che è a giorno, è formato da traverse larghe 2 pollici che s'incrocicchiano ad angoli retti, per formare voti di 6 pollici in qua-

(1) Vitruvio, Libro VII, Cap. IV. *de politionibus in humidis locis*. Vedi nel Tomo II, Libro IV, la traduzione di questo passo e le note che l'accompagnano.

(2) Vedi le Ruine di Pompei di M. Mazois.

dratura, figura 2; sono infissi in una curva larga 7 in 8 pollici sopra 1 pollice di spessezza. Questo fondo eccede di due pollici la circonferenza del cassetto.

Nel giro e sulla parte piana di questa curvatura a 2 pollici dall' esterno, sono commesse sette od otto aste indicate con A, di 3 piedi e 3 pollici e mezzo di altezza sopra 9 in 10 linee di spessezza all' alto, e 15 in 16 al basso, onde potervi fare un doppio maschio per maggiore solidità.

Ai due lati di queste aste esistono incavature di 4 in 5 linee di larghezza, corrispondenti ad un' altra incavatura praticata intorno alla curva per ricevere le curve formanti il lato arcuato del cassetto.

La parte anteriore è fatta con una forte tavola di due pollici e ¾ di spessezza sopra pollici 3 di altezza partendo dal fondo.

Nel mezzo B di questa parte anteriore è praticato un foro per tutta la sua altezza, del diametro di un pollice, che trovasi nel mezzo del diametro del cassetto.

Si munisce questo foro con una canna di rame, rovesciata in un quadrato alle sue estremità, per fissarle sopra e sotto il cassetto col mezzo di viti, dopo averne incassata la grossezza, figure 8 e 9, onde formare una superficie unita.

A traverso di tali fori praticati nel mezzo della faccia di ciascun cassetto, si fa passare un asse di ferro ben rotondato intorno al quale debbono muoversi per uscir fuori.

Ciascun cassetto è separato da una piastra o girella di ferro grosso 2 in 3 linee, avente un foro rotondo per infilarla nell' asse onde isolare i cassetti. Queste girelle si fanno di ferro per render più dolce il movimento girando sui margini di rame delle canne e renderli meno suscettibili di logorarsi. Le figure 1, 2, 3 e 4 rappresentano la pianta, l' alzato, la sezione del portapiviali e la prospettiva di esso che fa vedere il modo con cui s' aprono questi cassetti.

Le figure 5, 6 e 7 indicano le particolarità delle commessure dei cassetti colle loro ferramenta.

Vi sono due modi di sostenere la circonferenza dei cassetti; il primo è quello di posare sei aste all' intorno commesse nel portapiviali: si muniscono di carrucole come anche i piedi anteriori del portapiviali sulle quali debbono strisciare i cassetti (Vedansi le figure 6 e 7). Questa maniera, oltre all' essere costosissima, richiede per parte degli operai molta precisione e molte cure nell' accomodarli; senza ciò i cassetti sono rozzi o difficili da movere e soggetti a sconcertarsi per poco che si sforzino. Per evitare in parte questi inconvenienti, sarebbe d' uopo che le carrucole fossero alquanto coniche e tendenti al centro del cassetto onde sostenere in tutta la loro grossezza e logorar meno il legno. Per maggior perfezione l' asse di queste carrucole dovrebbe esser mobile diminuendo di grossezza per essere conico anch' esso; e perchè non potessero gli assi staccarsi dalle aste di legno, bisognerebbe fermarli su fasce di ferro accomodate sulle aste stesse, figure 5, 6 e 7.

La grande spesa prodotta dalla ferratura ordinaria ha fatto immaginare un altro metodo chiamato a canalature che non ne esige veruna.

Si collocano tali canalature in modo che eccedano il telaio per 2 pollici onde portare i cassetti. La grossezza di essi è pollici 2 ai 2 e ¼; si commettono a maschi sui piedi della parte anteriore del portapiviali, e nelle aste interne sulle quali passano a inforcatura; perciò fa d' uopo osservare di tenere una delle canalature più lunga dell' altra 2 pollici, e per trattenerli si posano de' ganci o barbozze sotto le commessure, come ai piedi anteriori, figure 10 e 12.

Fa d' uopo che il di sopra di queste canalature sia ben unito ed orizzontale onde l' attrito sia picciolo più ch' è possibile; e per meglio facilitare il moto si rotonda la parte superiore delle canalature e il di sotto dei cassetti, acciò non si tocchino quasi che in un punto.

La larghezza di queste canalature dev' essere dai 4 pollici e mezzo ai 5 pollici. Le aste non debbono avere meno di 2 pollici di spessezza.

La parte posteriore delle aste, come anche delle canalature, debb' essere incavata per ricevere tavole sottili che si posano stese sul lato, figura 11.

Il telaio dei portapiviali deve farsi in legno di 2 pollici con quadri a compartimenti.

Quand' è isolato vi si possono praticar delle porte per approfittare dello spazio che lasciano le parti circolari.

Le aste che portano i cassetti devono essere disposte in modo che di due in due se ne trovi una che salga dal fondo, cioè che poggi sul pavimento della sagrestia.

La parte superiore dei portapiviali si fa in legno grosso un pollice e mezzo incassato alle due estremità con due o tre chiavi sulla lunghezza delle commessure, e la si potrebbe far anche in forma d' intelaiatura.

I portapiviali non debbono posare sul pavimento, ma essere elevati 5 in 6 pollici onde l'aria vi passi sotto. Altronde questa elevazione è necessaria per mettere sul davanti una predella di 2 piedi in 2 e 1/2 di larghezza, che deve porsi innanzi a tutti gli armarî delle sagrestie.

I portapiviali sono chiusi anteriormente da due porte spezzate come le due imposte di uscio, ferrate nelle due aste di fronte; siccome queste porte hanno molto sviluppo, si possono fortificare internamente con spranghe a code situate diagonalmente.

Quando si vuol far uso dei cassetti d'uno di questi portapiviali si sostengono con due pali segnati C, grossi tre pollici quadrati, che si mettono sul davanti nei fori espressamente fatti nel pavimento, figure 2, 3 e 4. Questi pali sono muniti di carrucole all'altezza di ciascun cassetto; ma sovente questi pali che hanno poca stabilità si spostano; ciò che fa sfuggire il cassetto e può sforzarlo: perciò sarebbe meglio accomodare sopra una mensoletta de' pali con saettoni; allora in vece di fori quadrati, che sono spiacevoli alla vista e talvolta anche pericolosi, si farebbero piccioli dadi di bronzo ne' quali entrerebbero tre perni di ferro di 5 in 6 linee di grossezza situati sotto i dadi di ciascun palo (1).

V'è un'altra maniera molto più semplice e meno costosa di fare i portapiviali.

Si forma un armario di 8 in 9 piedi di larghezza sopra circa 7 piedi di altezza, nel quale sono situati de' cavalletti mobili sui quali si posano i piviali piegati in due: perciò si dà ad essi 5 piedi a 5 e mezzo di sporto, ed altrettanti d'altezza.

Questi cavalletti sono posati a perni nel fondo dell' armario; sono disposti in modo che si possano aprire e chiudere indipendentemente gli uni dagli altri e che possano anche aprirsi tutti in una volta, se fa d'uopo. Questa maniera di fare i portapiviali è comodissima; tiene assai meno sito di quelli a cassetti; i piviali vi si conservano meglio, sono meno soggetti ad ammaccarsi, specialmente quando sono di stoffo dense o riccamente broccate. Le figure 13 e 14 rappresentano uno di questi portapiviali, in cui tutti i cavalletti sono disposti come debbono essere nella pianta e nell'alzato.

Questo modo di sospendere i piviali può anche servire alle tuniche ed alle pianete, facendo uso di portamantelli attaccati ad uncini di ferro, come si pratica per gli armarî delle guardarobe. La figura 15 indica la forma dei portamantelli per le tuniche, e la figura 16 quella per le pianete.

Vi sono altri armarî di appoggio per le pianete ed altri ornamenti di mezzana grandezza. La larghezza di essi deve essere 4 piedi almeno sopra 2 piedi e mezzo di profondità.

Ve ne sono alcuni muniti di cassetti, nei quali si collocano gli ornamenti; altri non contengono che tavolette a giorno, accomodate sopra canaluture. La loro distanza varia dai 4 agli 8 pollici, in ragione degli ornamenti che debbono contenere.

Sopra gli armarî di appoggio se ne pongono altri che sono di due specie; gli uni per

(1) Stanchi del servigio incomodo di portapiviali a cassetti, i sagrestani della cattedrale di Digione incaricarono M. Saintpère, architetto di detta città, di studiare un meccanismo che loro potesse permettere di usarne continuamente. Per adempiere questo scopo ha immaginato il metodo rappresentato dalle varie figure della Tavola CXLIII, che ci sembra molto ingegnoso e tanto più utile da pubblicare, in quanto può contribuire a perpetuar l'uso dei portapiviali a cassetti ed applicarsi perfettamente a tutti quelli stabiliti col metodo ordinario.

Si è veduto precedentemente che i cassetti formanti un semicerchio giravano sopra un asse comune a cui erano obbligati col loro centro. Finora non si era osservato che dando a questa armadura una forza conveniente era suscettibile di ricevere e sostenere da sola il peso e la portata dei cassetti. Ciò perfettamente ha sentito M. Saintpère; e per giugnervi ha armato il di sotto dei cassetti con una ferratura a braccia ch' egli chiama a zampa di oca (*patte d'oie*); queste braccia sono rinforzate dalla loro estremità fino al centro ove si riuniscono ad una forte canna. Per questa canna i cassetti s'infilano in un maschio di ferro tornito e temperato, fermato solidamente all'alto ed al basso, intorno al quale sono sospesi come un piatto e girano colla più grande facilità.

Sulla Tavola per noi formata dietro il disegno di M. Saintpère, abbiamo aggiunte note spieganti tutte le particolarità, messe in misura con scale proporzionali, e sono le seguenti:

1. Prospetto dell' armario.
2. Portapiviali veduto in pianta con i cassetti sviluppati.
3. Taglio sulla profondità del portapiviali.
4. Le intaccature fatte a' due lati dell' occhio servono per introdurre l'olio tra l'asta e la canna affine di diminuir l'attrito.
5. Cassetto veduto pel disotto colla sua armadura a zampa d'oca (*à patte d'oie*).
6. Parte dell' estremo superiore dell' asta, o del pezzo che lo sostiene.
7. Sezione di un cassetto presa sul raggio.
8. Sezione di un cassetto presa sul diametro.
9. Cassetto affatto sviluppato veduto pe. suo orlo circolare.

le sagrestie delle messe e gli altri per quelle chiamate *tesori*.

Quelli per le sagrestie delle messe non debbono aver più di 2 piedi d'altezza sopra 15 in 18 polliei di larghezza, non servendo ad altro che a rinchiudere i calici. Sotto vi sono de' cassetti pei lini ed altri oggetti di poco volume: per quant'è possibile fa d'uopo che ciascun prete possa avere il suo armario particolare e il suo cassetto al di sotto.

Gli altri armari per le sagrestie o tesori servono a rinchiudere le argenterie, i lini, la cera e gli altri effetti. Tutti questi armari debbono essere solidissimi, di una decorazione semplice e nobile con quadri ragguagliati internamente.

La figura 17 rappresenta un armario di questo genere veduto di fronte e di profilo con l'indicazione di tutte le commessure.

CAPO SECONDO

DELLE SEDIE DA CORO E DEI CONFESSIONALI

—o—

Delle sedie da coro.

Le sedie da coro sono specie di gradini (1) di legno in forma di sedili disposti nei cori per uso degli ecclesiastici durante il servigio divino e per quello del pubblico in molti casi. Servono non solo come sedili ma anche come appoggi per certi passi degli uffizi, ove chi vi assiste deve stare in piedi; in guisa che, sotto il rapporto dell'utile, il punto essenziale consiste nell'aggiustatezza delle dimensioni che per altro sono invariabili come le proporzioni medie del corpo umano che ad esse servono di base. Circa alle particolarità di costruzione, sarebbe quasi impossibile in oggi di far qualche utile modificazione a quelle che si trovano in Roubo, che le ha tolte dalle opere migliori in questo genere.

Le divisioni delle sedie da coro sono formate da specie di mensole doppie chiamate traverse *(parcloses)*, Figure 1, 2, 3, 5 e 21, Tavola CXLIV, la cui parte superiore serve di appoggio. I falegnami indicano tal fatta di appoggiatoi col nome di musoni *(museaux)*, per la loro forma singolare; vi si danno 3 piedi e 3 pollici di altezza, onde poter appoggiarvisi comodamente allorchè si è in piedi.

La larghezza di ciascuna sedia da un mezzo all' altro de' musoni è dai 22 ai 25 pollici, ma la prima di queste dimensioni non è ammissibile che nei cori delle monache. Quelli della chiesa di Nostra Signora di Parigi, che sono comodissimi, hanno due piedi di larghezza da un mezzo all' altro dei musoni.

L' altezza superiore del sedile S, figure 1, 2, 3, 4 e 5, che è mobile, deve essere, quando è abbassato per sedersi, pollici 16 e ⅞, esso ha al di sotto uno sporto a fondo di lampada. Quando il seggio è alzato, l'altezza della parte superiore di questo fondo di lampada M, figure stesse, sul quale si appoggia quando si è in piedi, deve essere di 26 pollici; e ad esso quand' è alzato si dà il nome di sostegno delle manganelle *(misericorde)*, senza dubbio per sollevare il clero che recita la maggior parte dell' uffizio in piedi.

Gli appoggi che terminano il fondo delle manganelle sono pezzi grossi 2 pollici circa, formanti sommità ai due lati allorchè le sedie sono isolate. Gli spigoli superiori che sono alla portata della mano sono rotondati; al di sotto v'è d'ordinario un tallone senza filetto fatto nella massa. Quando le sedie superiori non sono isolate, vi si trova un rivestimento al di sotto, e la larghezza di questo pezzo è circa 4 pollici; se l'appoggio è isolato si dà ad esso 5 pollici di larghezza.

All' appoggio delle sedie inferiori, che sono sempre isolate, si danno 6 in 7 pollici di larghezza, affinchè vi si possa deporre un libro.

I musoni, che si commettono in questi appoggi, hanno 6 pollici nella loro maggior larghezza e pollici 3 e ¼ nella più picciola, con una spessezza eguale a quella degli appoggi. Il profilo usitato è un grosso astragalo all'alto ed al basso, un tallone con filetto sporgente che si

(1) Nelle prime basiliche cristiane questi gradini erano di pietra o di marmo come quelli degli anfiteatri; se ne vedono ancora di simili in qualche antica chiesa cristiana.

ragguaglia con quello degli appoggi; ma siccome l'astragalo ed il filetto sporgente potrebbero incomodare, così si fanno perdere nella parte circolare che si pareggia al fondo raddolcendoli a segno che si confondono con la faccia piana dell'appoggio. Questo ragguagliamento vuol esser fatto con destrezza, acciò non produca un cattivo effetto. Altronde si può formare un profilo che non abbia bisogno di tale espediente.

Gli appoggi si commettono a incavature e linguette colle spalliere delle sedie e il doppio rivestimento che è posteriormente, figure 15, 16, 17, 18, 19 e 20. Le parti formanti il musone si commettono cogli appoggi e le traverse mobili o doppi modiglioni formanti le separazioni delle sedie, con tagli a maschi e femmine, incavature e linguette come si vede espresso nelle figure 8 e 9.

La figura 7 indica un modo geometrico di descrivere il contorno dei musoni ed il loro ragguagliamento coll'appoggio della spalliera.

Divisa la lunghezza A D in tre parti eguali, dal punto B della prima divisione, partendo dall'allineamento del profilo del fondo, si condurrà una paralella indefinita sulla quale si porterà da B in E l'ottavo di A D, ed A B da E in F; per quest'ultimo punto si condurrà una paralella ad A B per indicare il ragguagliamento della spalliera colla parte più stretta del musone col mezzo di un quarto di cerchio E G, il cui centro è in F. Portato quindi il terzo di B D da D in H, si descriverà un cerchio col raggio H D; portato quindi il raggio H D da E in I, si è condotta H I, e sul mezzo si è elevata una perpendicolare che incontra B F prolungata in K; condotta poi H K, si è descritto dal punto K l'arco di ragguagliamento E L colla curvatura del fondo e il rotondamento anteriore del musone.

Il ragguagliamento delle modanature colla faccia dell'appoggio, si farà col portare gli sporti da F in 1, 2, 3 per descrivere da ciascuno di questi punti de' quarti di cerchio col raggio F G.

Le traverse sono, come si è già detto, specie di modiglioni formanti la divisione delle sedie. Si fanno scorniciate sul davanti e la larghezza in due pezzi per formare la profondità delle sedie; vi s' impiegano legni di 2 pollici di spessezza commessi a incavature, linguette e chiavi. All'alto vi si fanno portare due maschi riuniti da una linguetta di 8 in 10 linee di spessezza, figure 8 e 21, onde commettersi più solidamente col di sopra formante musone.

Inferiormente, il pezzo che congiugne la spalliera porta un maschio passante, che deve attraversare il mozzo (*sommier*) formante il fondo dei sedili. Nella larghezza del maschio passante si pratica una femmina larga 6 in 7 linee, nella quale si fa entrare una chiave che serve a far congiugnere il modiglione sul mozzo ed a fissarlo solidamente.

Nell'altro pezzo di traversa formante modiglione s' intagliano due beccatelli in forma di cimasa, commessi a coda di rondine nella spessezza della traversa, figura 21; sul davanti si riporta a legno d'accompagnamento un capo di cimasa commesso ad unghia per nascondere le code di rondine. Nella spessezza del legno s' intagliano le modanature e gli ornati che debbono decorare le traverse.

I mozzi sono pezzi segnati B, figura 3, larghi 6 pollici sopra 3 di spessezza, sui quali si commette il fondo delle traverse col mezzo delle femmine a giorno per ricevere i maschi passanti, de' quali si è parlato; sono incavati al di sopra per ricevere la spalliera, al di sotto per la sottobase dei sedili. Questo pezzo porta sul davanti una scanalatura di 13 in 14 linee sopra 8 di larghezza pei sedili mobili che si fermano di sopra. I sedili mobili S si fanno con tavole unite larghe 10 pollici sopra 13 in 14 linee di spessezza; la loro lunghezza è determinata dalla larghezza delle sedie da coro lasciando una linea circa di giuoco. Si attaccano di sotto dei pezzi a fondo di lampada E, formanti i falsi sedili che si chiamano misericordie. Lo sporto di essi è dai 5 pollici ai 5 pollici e ⅓ sopra 18 pollici di lunghezza e 9 in 10 pollici di larghezza od altezza presa nel mezzo. Il di sotto è ornato di modanature ed ornamenti d' intaglio sul fondo di lampada che rimane apparente quando il sedile è alzato. La parte superiore di questi falsi sedili deve piuttosto pendere al basso quando sono levati che essere orizzontali; non debbono però mai tendere all'insù. Il massiccio dei fondi di lampada è d' ordinario incollato a commessura piana con chiavi a coda di rondine, e il di sopra è formato da una tavola riportata, come si vede indicato dalla figura 3.

Conviene evitare d' ornar le spalliere dei sedili con grandi quadri per non offendere il dorso o rompere i lini dei sacerdoti. Invece di quadri infossati si potrebbero fare sporgenti a spigoli rotondati a guisa dei cuscini di cui si muoisce il dosso dei divani con modanature a piccioli quadri, come si vede rappresentato dalla lettera C della figura 1.

Le sottobasi delle sedie si fanno con piccioli quadri commessi nei mensoloni e nel di sot-

to del mozzo fra i due beccatelli: spesso non si fa che un quadro infossato senza cornice all' intorno.

I mensoloni sono specie di pliati indicati da C, figure 3, 10, 11, 12, 13 e 14, alti 2 pollici ed altrettanto grossi, che servono di base a tutta l' opera; essi si stendono per tutta la lunghezza delle sedie da coro e si allungano con commessure a zig-zag; sono incavati al di sopra per ricevere le sottobasi. Sotto a ciascun modiglione si commettono dei piccioli beccatelli sporgenti di 4 pollici, figure 10 e 12. Le modanature di questi beccatelli sono fatte a legno in piedi, e per farli è d' uopo scegliere legno ben pieno. Ciascuno di essi è traforato da una femmina nella quale entra un maschio praticato nel piede del modiglione inferiore delle traverse.

Il di dietro delle sedie inferiori e superiori, quando si trovano isolato, può essere decorato con grandi quadri e pilastri a quadri semplici dirimpetto allo traverse formanti modiglioni.

Quando nei cori esistono due ordini di sedie situati l' uno davanti all' altro, quelle del secondo ordine, che sono elevate più del primo, si chiamano sedie alte, e le altre sedie basse, figura 1, Tavola CXLV.

Nei cori che hanno sufficiente larghezza, si elevano i sedili bassi sopra una predella sporgente, come si è fatto nel coro di Nostra Signora ed altrove; questa disposizione procura più grazia al complesso e contribuisce in pari tempo alla conservazione dell' opera, isolando il legno dal contatto dei pavimenti di pietra e di marmo, ed è anche più salubre per gli ecclesiastici.

Le sedie alte debbono essere elevate 13 in 14 pollici sopra le inferiori, affinchè i mozzi di queste ultime posino sul margine del solaio superiore, il che impedisce che si muovano indietro.

La larghezza del tavolato inferiore o predella dev' essere 18 pollici almeno, presa dalla parte anteriore delle sedie, quando però il sito non costringa a meno.

Le sedie superiori debbono essere distanti in modo che abbiano 3 piedi di passo fra loro e quelle di sotto; così il tavolato avrà 3 piedi di larghezza più quello che sarà nascosto sotto gli armari, che sono dietro le sedie inferiori, e lo sporto di quelle di sopra, il che dà circa 5 piedi di larghezza. Fa d' uopo anche osservare quando si faranno i tavolati a scompartimenti, che il compartimento di essi non cominci che dal nudo degli armari dinanzi ai beccatelli onde nulla si trovi nascosto.

Quando le sedie sono in gran numero e le uscite delle estremità non bastano per salire all' ordine superiore, si pratica uno o più passaggi nell' inferiore, come è indicato nella figura 1, in ragione dell' estensione del coro, osservando che non si trovino mai meno di nove sedie fra due passaggi.

Le ultime sedie di quest' ordine, tanto alle estremità che nel sito dei passaggi, si terminano con un mezzo modiglione applicato contro un pilastro, come si vede rappresentato in pianta, in alzato e sul profilo, dalle figure 2, 3, 6, 9 e 11.

Nei cori in forma di parallelogrammo la divisione delle sedie è la stessa pei due ordini, in guisa che si trovano situate in fronte l' una dell' altra, la qual disposizione è la migliore possibile; ma non potrebbe essere lo stesso quando il coro è compreso in una semicirconferenza di cerchio, come si può vedere dalla figura 6, Tavola CXLV.

Di rado la larghezza dei cori è grande a sufficienza da poter dare 3 piedi ai passaggi fra le alte sedie e le basse; avviene allora che i giri in quarto di cerchio non possono contenere che quattro sedie, e che le sedie basse si congiungono ad angolo retto come si vede nella figura 8.

Le sedie si posano sopra un telaio di legname grosso, o a meglio dire di grossa opera da falegname, poichè è necessario che tutti i pezzi che si compongono sieno bene appianati e tagliati giusti, secondo la forma e grandezza delle sedie. I legni di questo telaio debbono aver quattro pollici in quadrato almeno pei pezzi principali; i travicelli che portano i palchi possono essere più sottili, purchè posati in coltello la loro altezza sia eguale.

Questo telaio è sostenuto da altri pezzi situati sul pavimento, e nei quali vanno a commettersi le aste che reggono il telaio del tavolato superiore: queste aste debbono essere distanti in modo da non incontrare le commessure dei travicelli, onde non indebolire il pezzo che li sostiene. I travicelli debbono anche essere distribuiti in modo da portare i beccatelli delle sedie, tanto retti che arcuati, quando ne esistano anche di questi, figure 2, 3 e 5.

Si deve anche aver cura che la parte posteriore del telaio sia a piombo con quella delle sedie superiori, onde il peso tanto di queste ultime quanto dei rivestimenti che vi possono essere posati sopra, non poggi in falso sui travicelli e non produca la rottura dei maschi sui quali si appoggiano.

La parte anteriore del telaio deve giugnere

fino all'ultimo dei maschi che entrano nei mozzi delle sedie inferiori, lasciandovi tuttavia un poco di sfogo onde non essere imbarazzati nella posatura. Le altre particolarità relative al collocamento ed alla costruzione delle sedie, si spiegano abbastanza colle figure, onde crediamo inutile diffonderci maggiormente su tale argomento.

DEI CONFESSIONALI

I confessionali non ebbero sempre la forma che loro si dà al presente; nei primi secoli dell' Era Cristiana il penitente sedeva soltanto allato del prete in un luogo ritirato dalla chiesa. Ma la necessità di togliere ogni pericolo ai sacerdoti ed ai fedeli nelle lunghe stazioni occorrenti a compiere i doveri della religione, ha fatto nascere queste opere nelle chiese moderne. Soggetti come le sedie da coro alle proporzioni medie del corpo umano, le dimensioni ne sono eguali dovunque; ma questa è pressappoco la sola rassomiglianza che presentano fra loro.

In massima un confessionale non è altro che un seggio o tribunale con un inginocchiatoio da ogni parte per la confessione auricolare, il tutto stabilito sopra una predella. Fatta astrazione dalla decorazione, i confessionali sono fra i più semplici lavori da falegname per le chiese; ma siccome in quanto al gusto, ciascuno ha finora trattato questo mobile alla sua maniera, così risulta che in mezzo a tutte le varianti non esiste un modello più particolarmente adottato da citare ad esempio. Tutto ciò che si può dire su questo soggetto è, che generalmente pei confessionali, come per altari, banchi, bussole ed altri lavori da chiesa, ogni disegno esige uno studio particolare; ma che non se ne possono incontrar mai di tali che non sia facile interpretarne la costruzione colla scorta delle particolarità per noi date circa alle diverse opere da falegname, e principalmente nel capo che tratta delle decorazioni architettoniche.

CAPO TERZO

DELLE CASSE DA ORGANO E DEI PERGAMI.

DELLE CASSE DA ORGANO.

Si distinguono tre specie di casse da organo, grandi, medie e piccole. Le grandi comprendono tre parti, cioè, il piede o massiccio, la mostra che è al di sopra, e il positivo che è in avanti.

Il piede o massiccio A, Tavola CXLVI (1), è un corpo di legname minuto decorato di quadri e di pilastri che serve ad innalzare la mostra. Nell' altezza di questo massiccio sono situati i pedali, i tasti a mano, i registri, le abbreviature e qualunque meccanismo per far agire questo stromento. Questo massiccio, che serve di sottobase a tutta la fronte dell'organo, non deve avere più di due terzi dell' altezza delle medie torrette della mostra la quale deve dominare.

La mostra si compone di torrette B di varie altezze separate dai corpi indietro meno elevati, i quali si chiamano facce piane. Il tutto è munito di canne apparenti di stagno levigato che ne fanno l' ornamento principale. Le torrette che sono di pianta circolare devono sporgere innanzi ai telai $\frac{9}{14}$ della loro larghezza o diametro, cioè il loro centro deve essere avanzato di un settimo di diametro.

La cornice C, che termina il massiccio di una cassa da organo, deve girare intorno alle torrette per servir loro di base; il di sotto dirimpetto a ciascuna è terminato da un fondo di lampada D. La parte superiore delle torrette è decorata da una specie di cornicione E con un acroterio al di sopra, sormontato da vasi, figure od emblemi musicali.

Le facce piane che contengono canne di lunghezza ineguali si ragguagliano colle torrette col mezzo di contorni a modiglioni ed ornamenti che dipendono dal gusto dell' artista.

Nelle facce piane e nelle torrette si nascondono le estremità delle canne con ornamenti chiamati a giorno.

Le cornici sono continuate sui lati. L' ultima è uno scompartimento semplice di quadri e di traverse, con porte in tutta la lunghezza corrispondenti agli scompartimenti superiori. All' altezza di queste porte si colloca in isporto una specie di ponte F, per comunicare a tali porte e lavorare internamente.

Le casse da organo esigono maggior solidità di ogni altro lavoro da falegname, perchè la minima scossa può turbare il meccanismo dello stromento. Le grossezze dei legnami formanti il telaio o scheletro devono essere di 2 in 3 pollici per le picciole casse, dai 4 ai 5 pollici per le medie, e di 5 in 6 per le grandi. Le aste in fronte alle torrette debbono discendere fino sul suolo della tribuna, ove l'organo è situato, commesse con traverse e saettoni come nelle opere da carpentiere. All'altezza dell' architrave e della cornice del massiccio è d'uopo collocare grandi traverse che debbono formare per quanto è possibile tutta la lun-

(1) Questa tavola presenta le particolarità di una cassa da organo, tratta dall' Arte del falegname di Roubo, per far conoscere tutte le parti di cui si compone questo strumento, ma non per servire di guida sotto il rapporto della decorazione.

ghezza dell'organo; se non si possono fare di un sol pezzo, si commetteranno a zig-zag. Dietro l'organo se ne mette un'altra onde mantenere più solidamente tutte le parti delle commessure.

Sarebbe superfluo entrare in maggiore descrizione relativamente alle commessure. Da quanto precedentemente si è detto, non vi può essere altra particolarità che in ragione della forma e del disegno che dipendono dal gusto di colui che ne è incaricato.

Siccome gli organi si compongono di canne di grandezze e grossezze diverse in istagno levigato, che possono formare ornamento e caratterizzare lo strumento, così trattasi di disporle in modo da formare un tutto piacevole, che non possa intralciare l'azione dello stromento.

Le forme delle torrette e delle facce piane finora usate non sono le sole che si possano impiegare nel comporre questo strumento, tanto più che la mostra può contenere qualche canna di più, della quale non si fa uso, o qualche canna non apparente. Sembrerebbe più conveniente adottar forme che caratterizzino lo stromento, che decorazioni d'architettura per cui sovente non è riconoscibile.

DEI PERGAMI

Sono essi certe tribune elevate ove i predicatori salgono a declamare i loro discorsi. L'uso più comune è quello di applicare i pergami ai piloni delle chiese ai quali sembrano sospesi, con un cielo sopra e con scale ad S per salirvi.

I pergami sono d'ordinario fra le opere più importanti del falegname, tanto per la forma, che è sempre ricercata, quanto per l'esecuzione che esige molta purezza e perfezione.

Il di sotto dei pergami termina comunemente a fondo di lampada con grosse modanature formanti la sottobase del pergamo propriamente detto.

La grandezza dei pergami all'esterno varia dai 3 piedi e mezzo fino a 4 piedi e mezzo ed anche 5 piedi, ma quella che più conviene è 4 piedi. Il tavolato deve essere alto da terra 6 in 7 piedi, l'altezza dell'appoggio è 2 piedi e $\frac{1}{2}$; il che fa 8 piedi e $\frac{1}{2}$ in 9 o $\frac{1}{2}$ sopra il pavimento.

Il cielo deve essere a 5 piedi sopra l'appoggio, ed eccedere la parte interna del corpo del pergamo per un mezzo piede almeno, tutto all'intorno.

La forma più conveniente ai pergami è quella dell'ottagono con avancorpi e facce piane o curve.

I pergami che sono stimati i più belli a Parigi sono quelli di S. Stefano del Monte, di S. Gervasio, di S. Tommaso d'Aquino, di S. Rocco, di S. Giacomo dell'Haut-Pas. Ma queste opere di scultori, di pittori e di falegnami non hanno nè la purezza, nè la dignità che ad esse conviene. Invece d'essere sospese ai piloni dovrebbero innalzarsi dal fondo sopra una sottobase che le porti a sufficiente altezza. Quando i pergami non si possono appoggiare ad un fondo, convien farli isolati e portatili come quelli di Nostra Signora e di S. Pietro di Roma che in simil caso possono servir di regola.

CAPO QUARTO

DELLE DECORAZIONI D' ARCHITETTURA



Delle colonne basi capitelli e cornicioni di legname minuto.

Per far colonne in legname minuto, che non sieno suscettibili di fendersi o di disunirsi, converrà costruirle come i quadri di pianta curva, con più pezzi congiunti e incollati insieme, figure 1, 2, 3 e 4, Tavola CXLVII. Si metterà nel mezzo un palo più o meno forte in ragione del peso da sostenere. All'estremità di questo palo si adatteranno de' pezzi chiamati tafferie *(mandrins)* sui quali si fermeranno quelli che debbono formare la circonferenza della colonna, il numero de' quali è proporzionato al diametro di essa. Nelle colonne il cui diametro non eccede un piede e mezzo, questo numero può essere di otto, formanti all' intorno un ottagono come le tafferie sulle quali debbono essere fermati.

Quando il fusto deve essere unito ed isolato tutto all' intorno è assai difficile impedire che i legni si disuniscano nel ritirarsi per quanto sieno secchi: ma se le colonne sono situate a poca distanza dal muro o fondo che debbono decorare, si lascia una commessura alquanto aperta senza essere incollata, in un luogo ove non possa essere veduta, sulla quale si eserciti tutto l' effetto del restringimento e del gonfiamento per la sfuggita o spazio che si ha cura di facilitare agli altri pezzi nella lor commessura.

Se il fusto delle colonne deve essere ornato di scanalature è meglio che le commessioni dei pezzi che debbono formare la circonferenza di essa si trovino ove i lati hanno le scanalature perchè vi si possono riportar sopra i regoli che le nascondono.

Quando le scanalature sono piane è facile far le coste a sovrapposizione in modo da nascondere la commessura, figura 10; se queste scanalature sono incavate e riempiute di canne si potranno fare le commessure, come lo indica la figura 11.

Le basi delle colonne si possono fare in due maniere; a legno pieno o vote nel mezzo. La prima maniera ha questo inconveniente, che le basi alquanto grandi sono soggette a fenditure, a storcimenti, e ad un ritiro che fa che non si combinino più coi fusti delle colonne.

La seconda maniera consiste nel formare le basi come i fusti delle colonne, in molti pezzi di legno in piedi; questo metodo, benchè più costoso, è preferibile.

Lo zoccolo della base si fa separatamente in quattro parti, le commessure delle quali sono sulle diagonali per avere il legno di filo su ciascuna faccia. Nel mezzo si pratica una intaccatura circolare per ricevere la parte che

forma le modanature. Questa parte formata, come abbiam detto, di pezzi di legno in piedi commessi e incollati come quelli del fusto delle colonne, deve avere un' intaccatura al di sopra per innestarvi la parte inferiore del fusto della colonna, onde nascondere la commessura. Vedi le figure 7, 8 e 9.

I capitelli si formano come le basi, tanto per le modanature, se l'ordine è toscano, dorico o ionico; quanto per le foglie se è corintio, figure 5 e 6.

L' abaco si forma con quattro pezzi commessi secondo le diagonali, come lo zoccolo della base, figura 9.

Le figure 12 e 13 rappresentano due maniere d' eseguire un cornicione corintio in legname minuto.

Tutte le parti che formano le modanature si combinano le une colle altre a incavature e linguette.

Il cornicione, figura 13, è composto di un maggior numero di pezzi pel caso che fosse in una scala più grande, o formata di legnami meno grossi. Fa d' uopo osservare che, per facilitare l' esecuzione, è meglio far la faccia denticolare di un pezzo separato a cagione dell' incavamento dei denticelli. In quanto ai modiglioni si fanno separatamente e si riportano dopo. Si commettono a maschi nella faccia del fondo e si fermano sotto la soffitta con chiodi a vite che non compariscono al di fuori.

NOTE ADDIZIONALI

PER SERVIRE DI SPIEGAZIONE A MOLTE TAVOLE

DI CUI

LE FIGURE SONO STATE SOLAMENTE MENZIONATE NEL LIBRO SESTO.

TAVOLE CXXXI E CXXXII.

Figure 13 e 14 — Modo d' incollare i legnami.

Lo incollamento de' legnami è una delle più interessanti parti dell' arte del falegname (avuto riguardo alla costruzione), e perciò è necessario entrare in esattissimi particolari sull' oggetto.

Non potendosi trovare legname di conveniente grossezza spesso è necessità unire ed incollare insieme molti pezzi di legno, onde avere delle masse considerevoli per farne statue, altri pezzi di scultura o anche di architettura. Altronde l'esperienza ha fatto conoscere che quando anche si trovassero pezzi molto grossi, per quanto secchi potessero essere essi sono sempre soggetti a fendersi attesa la loro disuguale densità, giacchè il cuore del legno si ritira meno per esser più pieno dell' alburno, e quindi obbliga le parti più lontane a fendersi.

E perciò un massiccio composto da molti pezzi congiunti ed incollati insieme con tutte le necessarie precauzioni è sempre preferibile ad un pezzo di legno.

Per avere un massiccio di questa specie perfettamente ben fatto e non soggetto ad alcun movimento bisogna da prima scegliere legni intaramente secchi e della stessa qualità, giacchè se s' incollassero insieme pezzi di disuguale densità ne avverrebbero gl' istessi inconvenienti di quelli di un sol pezzo, cioè a dire che il più compatto, ritirandosi meno dell' altro, obbligherebbe questo a fendersi o a scollarsi; e lo stesso succederebbe se i pezzi, quantunque di eguale densità, non fossero egualmente secchi.

Scelti i legnami, è d' uopo benanche aver cura di mettere il lato più tenero nel mezzo della massa, acciò i legni nel ritirarsi incontrino minore opposizione dal lato delle parti dure, che si trovano sminuite, almeno in parte, dopo che la massa sarà stata scolpita o anche lavorata per opere da falegname.

Bisogna inoltre fare in modo che il filo de' differenti pezzi componenti una massa sieno nella stessa direzione o almeno il più che sarà possibile, affinchè la colla abbia egualmente presa in tutti, e meglio li attacchi, figura 13, Tavola CXXXI che rappresenta il taglio di due pezzi di legno uniti nel lato più tenero, e nella direzione delle loro fibre, come si è detto.

Quando le masse sono di una enorme grossezza, da non essere due pezzi di legno sufficienti a formarla sia per la spessezza che per la larghezza è d' uopo aver cura di situare le giunte a commettiture, val dire che non sia una rimpetto all' altra, onde dare maggiore solidità al complesso, usando però l' avvertenza di mettere unite le parti tenere, nello stesso modo che ho raccomandato, fig. 14.

Quando si sono prese tutte le precauzioni per la scelta e disposizione de' legni s' incomincia dai piallarli perfettamente diritti in tutt' i lati; in se-

guito è utile lasciarli qualche tempo in tale stato per liberarli del tutto da ogni umidità, supposto che ne resti loro, avuto riguardo però alla stagione che corre; infatti nel tempo umido il legno invece di disseccarsi accoglie ne' suoi pori una porzione della umidità dell' aria.

Per questa ragione è vantaggioso nella stagione umida lasciare i legni piallati, prima di unirli, non già esposti all'aria, ma in qualche sito secco e chiuso, nel quale sia un calore temperato come nelle *sorbonnes* e nelle stufe convenientemente costrutte.

Quando i legnami sono stati sufficientemente esposti all'aria da poter essere affatto scevri da ogni umidità si comincia dal lavorarli di nuovo, ciascuno in particolare, osservando di bene addirizzarli ed uguagliarli tanto sulla larghezza che sulla lunghezza; di poi si soprappongono gli uni agli altri per vedere se combaciano esattamente. Addirizzati ed uguagliati riesce facile unirli ed assicurarsi della perfezione delle commettiture almeno all' esterno; poichè tutte le estremità sono apparenti; ma quando non lo sono, o pure quando i pezzi hanno una certa larghezza si ha certezza della perfezione delle commettiture stropicciando colla creta uno de' pezzi ed applicandolo sull' altro, in guisa che se la commessione è perfettamente ben fatta il pezzo che non è stato stropicciato di creta se ne trova segnato in tutta la sua estensione; ed al contrario, se non la è, il bianco si troverà di distanza in distanza ed indica i siti che rialzano, e quindi quelli ove bisogna mancar legname.

Per addirizzare esattamente queste specie di commettiture, è utile, dopo averle spianate colla pialla a filo diritto, riprenderle a filo a traverso colla stessa pialla a piccolo ferro, o con pialla ad unghia, che da prima si farà andare diagonalmente, e poi sempre per filo a traverso. Questa maniera di addirizzare le commettiture è vantaggiosissima, perchè non solamente si ha certezza che le sono perfettamente diritte, ma, benanche perchè il legno preso e piallato per a traverso più facilmente riceve la colla che meglio s'introduce ne' pori per essere più aperti.

Preparate in siffatto modo le commettiture le si fanno riscaldare per dilatare i pori del legno e dissipare la freschezza ed umidità che potrebbero far coagulare la colla, o impedire che la penetri molto addentro del legno. Frattanto conviene non fare molto riscaldare i pezzi che si vogliono incollare, perchè l'eccessivo calore dissecca la colla i pezzi e le impedisce di fare presa ne' pori del legno, e di congiungerli insieme.

Nello stendere la colla sulle commessure devesi avere l' accortezza di metterne egualmente ne' due lati, e di bene distenderla nel minor tempo possibile; ciò fatto si mettono i due pezzi di legno l' uno sull'altro, e si stropicciano insieme ad oggetto di meglio stendere la colla e farla penetrare nel legno; se la colla si coagulasse prima di essere così distesa farebbe un corpo tra i legni, che in seguito si disunirebbero, sia per grande siccità, sia per umidità.

Dopo aver prese tutte le precauzioni si serrano o si fermano le commettiture col mezzo di barletti o sergenti, e si ha cura di mettere al di sopra delle zeppe col filo in direzione opposta, e le debbono essere alquanto incavate acciò la pressione del barletto lo faccia sempre strignere collo estremità.

Prima di parlare dell'incollamento de'legni curvi è d' uopo entrare nelle particolarità di quello de' legni diritti nella loro lunghezza, e curvi nella larghezza, quali sono i quadri curvi in pianta, le colonne ec.

Il modo di unire i quadri curvi in pianta e d' incollarli poco differisce da quello che si usa pe' quadri diritti, solamente non devesi adoperare il sergente per fare avvicinare le commessure di essi, giacchè quand' anche questi quadri fossero poco curvati, i sergenti li fanno sempre incavare più o meno del necessario. Frattanto si ovvia un poco a siffatto inconveniente mettendo delle zeppe tra 'l quadro ed i sergenti che sempre risultano dal lato della *pancia*, come puol vedersi nella figura 14, tavola CXLVII; ma, qualunque precauzione possa usarsi, le zeppe che si è obbligato di strignere o allentare tormentano le commettiture ed impediscono alla colla di far presa; o pure quando i quadri sono sottili, i sergenti li fanno piegare ed anche fendere, e perciò vale assai meglio fare degl'incastri che abbiano la stessa incavatura della forma del quadro, e nei quali si serra o si ferma col mezzo di un cuneo.

Per incollare un quadro bisognano sempre due incastri e per poco che sia grande anche tre. Debbesi ancora osservare che i piccioli denti estremi (*mentonnettes*) di questi incastri sieno alquanto acuti acciò strignendosi, il quadro non possa scappar fuori, figura 15.

Non puossi disconvenire che questo metodo è molto più lungo, e quindi molto più costoso del primo, giacchè bisogna fare tant'incastri per quante differenti curvature hanno i quadri, ma queste considerazioni non debbono far rinunziare a' vantaggi che dall'impiego degl'incastri risultano. Questi stessi servono ancora ad incavigliare l' opera curvata in pianta, ciò che sempre vale meglio de' sergenti, che fanno variare le commettiture, o qualche volta rompere le traverse.

Maniera d' incollare i legni curvi.

La difficoltà di trovare i legni curvi secondo i nostri bisogni o la imperfezione che risulterebbe dal fare nel diritto parti centinate troppo grandi, hanno obbligato i falegnami a formarle di numerosi pezzi che si congiungono a zig-zag o negli altri modi indicati quando l'opera richiede molta solidità.

Ora trattasi soltanto di parti curve senza bisogno di congiunzioni o con commessure non apparenti. Ma perchè spesso le parti curve sono as-

sai incavate da poter fare le loro traverse di un sol pezzo pel legname si perderebbe, così si è nella necessità di costruirle di molti pezzi tanto nella lunghezza che nella larghezza, incollate a flauto l'una sull'altra. Le si fanno ancora di molti pezzi sulla loro larghezza, osservando di mettere le commessure in unione, cioè a contro-senso l'una sull' altra affin di renderle più solide; è d' uopo intanto di fare attenzione che la estremità di siffatte commessure si trovi a filo diritto per evitare le schegge che potrebbero succedere spingendole, figura 17, tavola CXLVII.

Il taglio orizzontale di tali commettiture ordinariamente si fa per mezzo di una linea tendente al centro, e debbesi fare attenzione che l' altro che produce la estremità della commettitura le sia parallela, dappoichè se essa tendesse al centro ciò farebbe storcere la commessura ciò che la renderebbe di difficilissima esecuzione; e perciò è vantaggioso che la linea che tende al centro passi pel mezzo della commessura onde rendere il taglio più regolare, cioè che essa linea si rivolga ad angolo retto su quest'ultimo, e la commessura debb' essere parallela.

Vi sono casi in cui non è possibile fare congiunzioni a flauto sia per ragione di proprietà sia per ragione di economia: allora le si fanno rette tagliando obbliquamente uno de'pezzi secondo lo esige la curvatura. Quando essa è considerevole e si teme che la estremità della commessura non s' *ingrani* la si fa ad intaccatura sulla spessezza, e ciò dà maggior forza al pezzo curvo.

Siffatte commessure hanno poca solidità, e perciò si useranno con parsimonia, e solamente quando queste curve sono prese tra due altre che loro procurano solidità e le impediscono di disunirsi. (*Estratto dall' arte del falegname di Roubo 2. Parte, Cap. IX. 2. Sezione*).

TAVOLA CXLI.

(*Figure 1. 2. 3 e 4. Porte da carri e di cortili rustici*).

Come nelle intelaiature e ne'rivestimenti, semplice e regolare è la disposizione del legname che forma tutta la decorazione delle porte di cui c'intratterremo. Esse possono essere costruite in tre differenti maniere.

La prima e la più solida è di formarle a quadri coverti a guisa di scompartimenti d'intelaiature.

Questa maniera di fare le porte è solidissima, ed era in grande uso nell'ultimo secolo: vi si è rinunziata in seguito, e frattanto la bellezza della loro costruzione in molti casi avrebbe loro dovuto far meritare la preferenza.

Esse son composte come tutte le altre porte di grossi telai e di sportelli ai quali alle volte si mettono delle intelaiature sporgenti; quando queste non vi sono (locchè è men buono) i compartimenti de'quadri si fanno sporgenti sino al basso, e si fanno di diverse forme, quadrati, bislunghi, scorniciati negli estremi ed a rombi, figure 1, 2, 3 e 4.

La figura 4 è la migliore giacchè tutte le traverse essendo disposte diagonalmente, tendono a sostenere lo spigolo del telaio, e lo rendono più solido impedendogli di abbassarsi: i quadri di queste porte sono incastrati nel telaio, sporgono da 8 a 9 linee, e sono ritondati sulla resta, o sono ornati da un quarto di cerchio: essi sostengono superiormente delle traverse che sono commesse al telaio, e sulle stesse essi sono attaccati con chiodi a testa tonda, ed alle volte anche arricchita da vari ornamenti, e de'quali la punta bipartita si ripiega nel di dietro. Vedi al disotto della figura 3.

La seconda maniera è di fare queste porte come le altre, composte di grossi telai e di sportelli, i quali sono riempiuti da pezzi diritti di 3 a 4 pollici di larghezza, e da assi di 6 a 8 pollici di larghezza che sono a commettiture ricoperte sopra a questi diritti: queste assi sono alte quanto tutta la porta o pure sono separate da una traversa ed è migliore. Figure 1 e 2.

Il terzo ed ultimo modo è di farle di assi conguagliate nei telai, sulla resta delle quali si spinge una piccola modanatura per nascondere ogni segno di commettiture nel caso la si dovesse aprire, figura 1.

Siccome nelle due ultime specie di porte delle quali si è parlato le assi non pareggiano il telaio nella parte interna, così vi si commettono traverse o spranghe, diagonalmente disposte, e mantengono lo spigolo di queste porte.

Si veggono benanche de' portoni combinati in questo modo, in molti antichi alberghi di Parigi, edificati sotto al regno di Errico IV, Luigi XIII, e principio di quello di Luigi XIV (estratto da Roubo, Parte 1., Cap. IX, Sezione 4.).

Figura 8 Porte mobili nel castello di Caprarola.

Questa figura che rappresenta la porta in legname minuto dello ingresso del castello di Caprarola costrutta dal Vignola viene qui in appoggio di ciò che abbiam detto poc anzi al proposito dei rivestimenti, cioè: che le combinazioni date dal sistema generale di unione, congiunzione e commessura, che forma la base di tutte le operazioni dell' architettura, procurano nello stesso tempo a questo autore i migliori elementi della sua decorazione.

Abbiamo avuto luogo di osservare nel 2.° volume di questa opera che in diverse opere di sì esimio maestro la decorazione non è altro che il risultamento di una ingegnosa decorazione.

LIBRO SETTIMO

OPERE DI FERRAMENTA

SEZIONE PRIMA

IMPIEGO DEL FERRO NEGLI EDIFICI

Col nome di *Serrurerie* (opere di ferramenta) si comprendono d'ordinario tre generi di lavori ben distinti, che servono alla solidità, alla sicurezza ed alla decorazione degli edifici. I primi che formano una parte essenziale della costruzione sono i soli di cui ci occuperemo in questo Libro.

Abbiamo veduto nel Libro primo di quest' opera, Sezione I.a Capo VII. che di tutte le materie impiegate nella costruzione degli edifici il ferro è quello che esige maggiori apparecchi prima di poter servire ai bisogni dell' arte di edificare. Le principali proprietà del ferro sono variabilissime tanto per la natura dei minerali da cui è tolto, quanto pel grado di apparecchio che può aver ricevuto nelle grosse fucine (1); perciò dopo averne regolate le dimensioni è essenziale assicurarsi della qualità dei ferri che debbono entrare nelle costruzioni comuni e sottometterli a prove superiori alla intensità dell'azione che dovranno esercitare. Questa precauzione diviene specialmente indispensabile riguardo ai ferri componenti le armadure che servono ora a rimpiazzare le travi ed i cavalletti di legname; poichè molti avvenimenti funesti hanno insegnato che nulla indica anticipatamente la prossima rottura di un pezzo di ferro, che la caduta di una sola armadura può portar quella di un intero edificio, e che questi accidenti si presentano con tale prontezza che spesso è impossibile prevenirne le deplorabili conseguenze.

Dopo tutto ciò che si è detto nella sezione 2.a del primo Libro sulla maniera di calcolare la forza del ferro tirato o compresso secondo la sua lunghezza, situato verticalmente orizzontalmente ed obbliquamente, si può trovar quella di tutte le specie di verghe di ferro, qualunque possa essere la loro positura ed il risultamento della combinazione di esse per formare armadure, cavalletti di tetti, solai ed anche arcate di ponte.

Le diverse dimensioni usate nella fabbricazione dei ferri essendo ormai stabilite dall' uso e dalla sperienza, il conoscere tali dimensioni è la base necessaria di tutte le operazioni nei lavori di ferramenta.

Qualità e dimensioni dei ferri usati in Francia.

(2) I ferri di Lorena sono stimati i più dolci di tutti, vengono dopo quelli di Berry, del Nivernese e della riva della Loira; poi quelli di Sciampagna e di Borgogna chiamati *ferri di roccia*, che si distinguono in tre qualità: quelli che si dicono semplicemente *di roccia*,

(1) Ferrum a ferro multum differt. G. Agricola = de Re Metallica.

(2) Estratto dell' arte del Fabbro ferraio di Duhamel da Monceau.

che sono dolci quasi come quelli di Berry: quelli chiamati *ferri di mezza roccia*, che sono di una qualità inferiore; e tutti quelli indicati sotto il nome *di ferri comuni*, che sono ancora d'inferior qualità.

1.° Tutti i ferri si foggiano di grossezze diverse.

I più piccoli ferri quadrati di 4 in 5 linee fino a 8 e 9 (9, 11, 18 e 20 millimetri) si chiamano di *carillon;* così ve n' ha di *carillon*, di Lorena, di Berry, di Roche e di ferro comune. I fabbri ferrai si provvedono degli uni o degli altri secondo le opere che vogliono eseguire, e secondo il prezzo a cui sono venduti; perchè i ferri di Lorena e del Berry sono più costosi di quelli di *roccia*, e questi ultimi più dei ferri comuni.

2.° Tutti gli altri ferri sono indicati sotto il nome di *ferri quadrati*, eccetto i *carillons*, e ve ne sono dalle 9 alle 10 linee fino a 3 pollici e ¾ e 4 pollici in quadrato (20 a 23, e 95 a 108 millimetri); tanto in ferro di Lorena quanto in ferro di Berry di roccia o comune.

Nondimeno questi diversi ferri sono anche denominati dagli usi a cui servono più comunemente.

3.° Chiamansi costa di vacca (*côte de vache*) tutti i ferri che sono tirati in lamiera nelle officine. Si distinguono facilmente perchè non sono a spigolo vivo, perchè le loro facce sono rotondate, i margini ineguali e pieni di *bave*. I ferri più minuti s' impiegano per catene da cammini (*fentons*) e ne portano il nome. Nei magazzini si tengono di questi ferri dalle 2 in 3 linee in quadrato fino alle 12 (5, 7 e 27 millimetri) tutti questi ferri hanno dai 9 fino ai 15 piedi di lunghezza (metri 2,924 ai 4,873).

I ferri schiacciati, battuti a grosso martello, sono di varie grossezze e servono ad una infinità di opere diverse.

4.° Quelli che s' impiegano pei cerchi dei grossi veicoli, hanno dalle 7 fino alle 12 linee di spessezza (16 a 27 millimetri) con larghezze e lunghezze eguali alle precedenti.

5.° Si tengono ancora de' ferri schiacciati che si chiamano da cerchi (*à bandages*) che hanno 29 a 30 linee di larghezza sopra 6 a 8 linee di spessezza (65 a 68 sopra 14 a 18 millimetri) e le cui verghe hanno dai 12 piedi fino ai 13 di lunghezza (metri 3,898 a 4,223). Quasi tutti questi ferri sono di roccia; però se ne trovano di simili dimensioni tratti dalla Lorena o dal Berry, che sono dolcissimi, sui veicoli durano più che i ferri di roccia sebbene più duri.

6.° Per le carrozze s' impiega più spesso il ferro di Berry o di Lorena che ha 5 in 6 linee di spessezza, 26 in 28 linee di larghezza e le verghe sono lunghe 15 a 18 piedi (11 a 14 millimetri, 59 a 63 millimetri, e metri 4,548 a 5,847).

7.° Si tengono ancora ferri schiacciati di ogni qualità, e specialmente comuni, dalle 17 alle 18 linee di larghezza fino ai 30 a 32 pollici (38 a 44 fino a 812 in 867 millimetri) e dalle 4 fino ad 8 linee di spessezza (9 a 18 millimetri); la lunghezza delle verghe è variabile.

8.° Il ferro detto *demi-laine*, come quello che serve a ferrare i pilastrini e le soglie delle porte, ha dalle 26 alle 28 linee di larghezza (59 a 63 millimetri) sopra 6 in 7 linee di spessezza (14 in 16 millimetri), e le verghe hanno 9 in 10 piedi di lunghezza (metri 2,924 a 3,248).

9.° Il ferro da cavallo (*de maréchal*) per ferrare i cavalli ha 5 in 6 linee di spessezza (11 in 14 millimetri) 12 in 13 linee di larghezza (27 a 29 millimetri), e le verghe hanno 12 a 14 piedi di lunghezza (metri 3, 898 a 4, 548).

10.° Il ferro detto *cornette*, ha dai 5 ai 7 pollici di larghezza (135 a 139 millimetri), 6 in 8 linee di spessezza (14 in 18 millimetri), 4 a 6 piedi di lunghezza (metri 1, 299 a 1, 949). Se ne rivestono i pilastrini e le cantonate che sono molto esposte all' urto delle ruote.

11.° Le *bandelettes* per le ringhiere delle scale hanno d' ordinario 2 a 4 linee di spessezza (5 a 9 millimetri) 7 in 8 linee di larghezza (16 a 18 millimetri) e le verghe hanno dai 6 fino ai 12 piedi di lunghezza (metri 1,949 a 3,898).

12.° I ferri rotondi per le finestre si tengono in pacchi e se ne trovano dai 5 fino a 9, 10 e 15 linee di diametro (11, 20, 23 e 34 millimetri).

13.° I fogli di banda bollata, o ferro sottile e battuto, hanno da 12 fino a 15 linee di larghezza (27 a 34 millimetri), ed una linea di spessezza (2 millimetri).

14.° Le bande da lastre di serratura (*palastre* (1)) hanno da 6 fino a 9 pollici di larghezza (162 a 244 millimetri), sopra una

(1) Parte esterna della serratura su cui sono attaccati i pezzi interni.

linea ad 1 ¼ di spessezza (millimetri 2 ai 3 e ½); i fogli hanno 8 in 9 piedi di lunghezza (metri 2,599 ai 2,924).

15.° La banda da serratura ha dalle 18 fino alle 60 linee di larghezza (41 a 135 millimetri), una linea circa di spessezza (millimetri 2) e i fogli hanno 5 in 6 piedi di lunghezza (metri 1,624 a 1,949).

La banda da sega è la stessa di quella da serratura.

16.° La banda per munire i portoni (1) ha dai 9 fino ai 13 pollici di larghezza (244 a 352 millimetri) sopra una linea e ½ o 2 linee di grossezza (3 ½ o 5 millimetri); la lunghezza dei fogli è 5 in 6 piedi.

17.° La banda di Svezia per rialzare o lavorare a martello ha 20 in 22 pollici di larghezza (532 a 596 millimetri) sopra una linea (2 millimetri) di spessezza, e la lunghezza dei fogli è di 26 a 28 pollici (704 a 758 millimetri).

18.° La banda detta da striglia ha dai 7 ai 9 pollici di larghezza (189 a 244 millimetri), ½ linea di spessezza (1 millimetro), e i fogli hanno 27 a 28 pollici di lunghezza (731 a 758 millimetri).

19.° Le bande dette da lamiera, impiegate pei tubi da stufe hanno 14 in 15 pollici di larghezza (379 a 406 millimetri), ½ linea di spessezza (1 millimetro), e i fogli hanno 18 a 20 pollici di lunghezza (487 a 542 millimetri).

20.° Finalmente le bande da braciere hanno ½ linea di spessezza (1 millimetro) 7 a 9 pollici di larghezza (189 a 244 millimetri) e i fogli hanno la lunghezza dei precedenti.

Non bisogna credere che tutti i ferri da noi indicati sieno precisamente adoperati agli usi pei quali si tengono nei magazzini; i fabbri ferrai scelgono dai mercanti di ferro quelli che loro convengono o per qualità o per dimensioni. Finalmente siccome non vi può essere maggior economia di quella d' impiegare dei ferri che abbiano assai prossimamente le dimensioni di cui si ha bisogno, quando si ha da fare una quantità di opere dello stesso genere si mandano alle fucine modelli che sono copiati esattamente.

(1) Vedi più indietro la nota a piè della pagina 54.

CAPO PRIMO

DELLE CATENE, DEI TIRANTI E DELLE FASCE.



Dei tiranti e delle catene.

Non basta di costruire i muri d'un fabbricato nelle dimensioni volute e con tutta l'attenzione convenevole; siccome essi devono essere caricati del peso dei solai e dei tetti che tendono naturalmente a spingerli nel voto, effetto che aumenta di più lo scuotimento continuo causato dal ruotare dei veicoli nelle grandi città, così si prendono di piano in piano certe precauzioni a questo riguardo nella costruzione dei muri per prevenire ogni allontanamento, mettendo nel centro dei muri o nella loro spessezza, delle catene orizzontali di ferro piatto o quadrato ben applicate, e solidamente saldate alle loro estremità con àncore, le quali legano insieme i muri in modo da non poter agire l'uno senza l'altro ed a prestarsi un reciproco soccorso. Queste catene si pongono nei muri nel costruirli.

Frattanto solamente nei fabbricati d'una certa importanza si mettono le catene in tutta la lunghezza dei muri; perchè, nelle case ordinarie, basta porre dei tiranti alla testa, o piuttosto all'incontro di tutti i muri di spartimento e divisori con i muri di facciata a ciascun piano, della lunghezza solamente di 7 a 8 piedi, la di cui estremità opposta all'àncora è infissa nella fabbrica. Nè si fa maggior uso di catene in tutta la lunghezza dei muri di facciata, a meno che il fabbricato non si trovi isolato, perchè quando esso è sostenuto da altri, diventano inutili.

Per l'addietro si lasciavano le àncore apparenti fuori dei muri di facciata d'un fabbricato, ed allora vi si dava forma d'una S oppure d'un Y per abbracciare una più grande estensione di muro; ma ora, per non nuocere all'effetto delle facciate, benchè questo modo non sia così solido, si fanno diritte e s'incassano per 2 o 3 pollici onde nasconderle alla vista. Se il muro è in pietrame, vi si pratica semplicemente un canale per contenere l'àncora, che si rimbocca con ismalto oppure con gesso; e se è in pietra, si pratica fabbricando il taglio necessario per riceverle almeno nel filare superiore; perchè nell'inferiore ordinariamente si fa sopra luogo con martello a taglio, con acqua e con arenaria, a forza di batterla.

Oltre le catene che si collocano nella spessezza dei muri si attacca pure all'estremità di ciascuna trave, al di sopra o al di sotto, una fascia di ferro a gomito di circa 4 piedi di lunghezza sopra 2 pollici di larghezza e 6 linee di spessezza, all'estremità della quale è un occhio ove pure si passa un'àncora che s'incassa egualmente al di fuori del muro che sostiene la sua lunghezza. Se per caso le estremità dei due travi s'incontrano l'una coll'altra nel mezzo d'un muro, siccome ciò può avvenire quando gli appartamenti sono doppi, allora si legheranno insieme con una fascia di ferro solidamente inchiodata con chiodi dentati e ritenuta con ramponi, oppure talloni a ciascuna estremità.

Si mettono anche tali fasce di ferro con àncore all'estremità dei correnti di grossi tramezzi di legname, nel punto dei pavimenti ed all'estremità delle asticciuole de' cavalletti dei tetti, che

servono allora di catene o di tiranti; in fine si mettono egualmente all' estremità dei tempiali e degli asinelli, tanto al loro incontro con i muri di facciata, quanto con quelli dei muri di frontespizio d'un fabbricato, soprattutto allorchè essi sono isolati: il tutto collo scopo d'impedire di piano in piano l' inclinazione de'muri di facciata, acciò il fabbricato non possa scostarsi in alcuna parte del suo a piombo.

Per le catene in ferro piatto, ordinariamente si fa uso di verghe di 2 pollici a 2 pollici e ½ di larghezza sopra 6 in 7 linee di spessezza; si prendono quelle in ferro quadrato nelle verghe di 14 a 15 linee di grossezza, e qualche volta di più; ma i ferri piatti devono essere sempre preferiti in questo caso come abbiamo detto al primo libro di questa opera.

Vi sono tre maniere differenti di formare le unioni delle catene; cioè con cerniere, con talloni e con occhi.

Per la congiunzione a cerniere rappresentata dalla figura 1, Tavola CXLVIII, l' estremità d' una delle verghe forma una forca nella quale s' introduce l' estremità dell' altra. Le tre grossezze di ferro riunite sono forate da un buco; in questo buco si fa entrare una caviechia a vite oppure a chiavetta e qualche volta cunei doppi. Si preferiscono i cunei doppi quando trattasi di far tirare le verghe che formano la catena; una tale operazione chiamasi *far legare la catena.*

Le catene ed i tiranti in ferro piatto mancano ordinariamente al punto della piegatura, che si pratica alla loro estremità, acciocchè l' occhio che le termina possa pigliare l' àncora in una positura verticale, perchè il ferro è corrotto in questa parte. Si eviterà questo inconveniente posando le verghe in coltello nei muri, oppure lungo una delle facce verticali delle travi.

Nella seconda unione, rappresentata dalle figure 2 e 3, le estremità che devono unirsi sono terminate da talloni voltati in senso contrario. Si fa legare la catena, introducendo cunei di ferro fra i due talloni, mantenendosi unite le estremità delle verghe col mezzo di due briglie situate al punto dei talloni.

La congiunzione ad occhi non differisce dalla precedente che nell' essere i talloni più forti, e contornati come si vede nelle figure 4, 5, 6 e 7.

Questa maniera di riunire le verghe è la più solida, e perciò si preferisce per le grandi catene che debbono sostenere potenti sforzi, e la si è posta in opera per tutte le catene della nuova Chiesa di Santa Genoveffa.

L' acconciamento rappresentato dalla figura 5 è quello delle fasce formanti un doppio cerchio per sostenere la volta intermedia nella cupola di Santa Genoveffa, al di sopra delle grandi aperture delle lunette.

Questo cerchio è formato di due fasce di ferro piatto di 25 linee di larghezza sopra 8 linee e ½ di spessezza. I quattro acconciamenti fatti per far serrare questo doppio cerchio, sono simili a quello rappresentato da questa figura. Si vede nella figura 8, che le fasce di ferro sono posate in coltello in guisa da formare due cerchi concentrici che si fanno serrare per mezzo di un cuneo, inserito fra i talloni delle verghe riunite col mezzo di due briglie, che si fanno serrare con due cunei sottili, come l'indica la figura 5.

Per porre questo doppio cerchio, si è praticata un' incavatura cilindrica nell'estradosso della volta: quando fu messo a sito e serrato per mezzo delle attaccature, sonosi fatti dei buchi di tre piedi in tre piedi incirca, per riunire i due cerchi ed impedire alle commessure di variare.

La forza di tutti questi ferri non si è calcolata che in ragione di 50 libbre per linea quadrata della grossezza del ferro; cioè sopra una forza quattro in cinque volte minore di quella alla quale essa potrebbe resistere.

L' esperienza, confermata dai principî di meccanica, ha fatto conoscere che la forza necessaria per rompere un cerchio di ferro, sta a quella che fa d' uopo per rompere una verga diritta della stessa dimensione di grossezza, come la circonferenza del cerchio al raggio; cioè come 44 è a 7, per la ragione che nel cerchio, lo sforzo si divide sopra tutti i punti della circonferenza di modo che si formano molte rotture, mentre in una verga diritta tirata dalle due estremità, lo sforzo non tende a formare che una rottura nel mezzo della sua lunghezza.

Applicando questo principio al cerchio di cui noi abbiamo parlato, e supponendo che lo sforzo da frenare sia di centomila libbre, la forza delle verghe dovrà essere eguale a $\frac{100000 \times 7}{44}$, il che dà 15,910.

Noi abbiamo detto che le verghe di cui il cerchio è formato hanno ciascuna 25 linee di larghezza sopra 8 linee e ½ di spessezza, formanti insieme una superficie della grossezza di 425 linee quadrate, le quali valutate solamente a 50 libbre per linea, daranno 21,250, in vece di 15,910, e 133,571 per lo sforzo che il cerchio potrà frenare invece di 100,000.

Esperienze fatte al Conservatorio delle arti e mestieri, da M. Molard, per raddrizzare i muri collo sforzo solo della contrazione del ferro.

Finora le catene di ferro non erano state impiegate che come un mezzo di cautela nelle nuove costruzioni, o per trattenere i progressi degli accidenti che si manifestano dopo nei fabbricati, quando non si prendono tutte le precauzioni convenienti; una sperienza ingegnosa ha fatto conoscere ch' esse erano suscettibili di rendere dei servizi ancora più essenziali nell' arte di fabbricare. Ecco qual fu l'occasione di questa importante scoperta.

Lo stabilimento del conservatorio dell' arti e mestieri, nel locale dell' antica abbazia di San Martino dei Campi a Parigi, diede luogo a molti cambiamenti per appropriare i fabbricati alla loro nuova destinazione. Il grande corpo di casa addossato al chiostro si componeva al pian terreno di sale a vòlto sopra tutta la larghezza del fabbricato; al di sopra erano le camere degli ecclesiastici disimpegnate da un vasto corritoio, figura 9. Sembrò facile di convertire questo piano in due gallerie sopprimendo le divisioni di queste camere; ma non si fece attenzione che i tramezzi di separazione erano stati costruiti in maniera di alleggerire le volte dal peso dell' immenso tramezzo che poggiava sovr' esse fino al tetto. Dopo la soppressione dei sollievi, la spinta di queste volte che sono molto schiacciate, aumentata dall' azione di questo peso, non tardò a far allontanare i muri di alcuni pollici, e si dovè pensare prontamente ai modi di trattenere i progressi del male. A questo effetto, la Commessione nominata dal ministro dell' interno, di cui io era uno dei membri, decise che sarebbero situate delle catene oppure tiranti di ferro in mezzo a ciascuna spalletta, all' origine delle volte.

M. Molard, abile meccanico, allora direttore del Conservatorio, pensò che sarebbesi potuto ottenere del vantaggio dalla potenza del ferro, ed ha concepito la felice idea di ricondurre coll' aiuto di queste catene le cose allo stato primitivo. Una prima esperienza non tardò a convincerlo della possibilità di questa intrapresa.

Siccome il sistema dei modi che si proponeva d' impiegare, esigeva che la lunghezza delle catene oltrepassasse al di fuori dei muri, immaginò di sostituire alle àncore ordinarie, la cui forma è difettosa, dischi in ferro fuso *ab*, che abbracciano più superficie, e presentano una specie di decorazione. L' estremità delle catene passando per a traverso di questi dischi di ferro fuso, è terminata da una parte con una vite forte fermata al di fuori da un dado di forma pentagona, e dall'altra con una grossa testa quadrata. Dopo che le catene furono messe a sito e serrati al massimo i dadi, cominciò l'esperienza. Nel muro dalla parte del giardino, M. Molard fece mettere su ciascun dado una chiave c, figura 11, lunga 2 metri, la cui estremità terminata ad uncino serviva a sostenere un peso che fu determinato a 100 chilogrammi. Dopo alcuni giorni si vide che tali chiavi, le quali erano state poste orizzontalmente avevano preso una direzione obbliqua, e M. Molard potè accertarsi, dietro le proprie osservazioni, che le commessure dei peducci cominciavano a ristringersi. Temendo nondimeno di ruinare il passo della vite, rinnovando quest' operazione quante volte sarebbe stato necessario per raddrizzare i muri, ricorse ad un artificio di cui soltanto un meccanico poteva forse concepire l' idea. Senza in nulla sconvolgere l' apparecchio ei fece riscaldare le catene col mezzo di braciere: i dadi caricati dei loro pesi guadagnarono l' estensione che il calore avea dato alla catena senz' aumentare il ravvicinamento; ma cessato che si ebbe di riscaldare, la contrazione del metallo nel raffreddarsi trascinò i muri con uno sforzo invincibile, e li ricondusse in progresso alla verticale dopo molti riscaldamenti.

Dobbiamo all' autore istesso le particolarità per noi riferite, come pure i disegni secondo i quali sono esse rappresentate nella Tavola CXLVIII. La precisione colla quale sono state disegnate non può lasciare veruna incertezza sulla forma e sulle funzioni di ciascuna parte (1).

(1) Le lettere *a*, *b* indicano il disco veduto per di sotto; *c*, il profilo del disco col suo collare; *d*, lo stesso con i suoi attrezzi; *e*, un collare di ferro quadrato i cui angoli si prolungano in forma di raggi, situato all' origine del collare del disco e incastrato nella pietra onde opporsi alla torsione che avrebbe potuto soffrir la catena durante il giuoco dei dadi; *f* è il dado pentagono avente al di sotto un filetto cilindrico per evitare il solco che avrebbero potuto fare gli angoli del pentagono; *g* è la girella situata fra il dado e il piatto del disco; *h* rappresenta la testa di chiodo che termina la catena dalla parte del chiostro; *i* è la vite messa verso al giardino.

Delle fasce.

Le fasce, in generale, possono essere considerate come puntelli permanenti posti sotto gli archi in piano delle porte e delle finestre. Nella fabbrica ordinaria si mettono fasce di legno sopra l' apertura delle finestre e si volta la parte superiore dei quadri al di fuori con pietrami ritagliati ne' quali per precauzione si mettono verghe da fascia. Nelle costruzioni in pietra di taglio esse sono infossate nella chiave e fissate nei piedritti del vano.

Da tutto ciò che si è detto nel primo libro (Sezione 2.ª Capo IV) circa alla rigidezza delle verghe di ferro posate orizzontalmente, risulta che *una fascia di ferro deve avere per grossezza almeno la trentesima parte della sua lunghezza fra i punti d' appoggio*, *poichè comincia a piegare sotto il proprio peso quando la è minore della cinquantesima parte della sua lunghezza*. Abbiam veduto come una verga, che aveva 21 linee di grossezza sopra 20 linee, piegasse pel proprio peso di due linee in una lunghezza di piedi 9 e pollici 10 e ⅔. Ciò prova come poco si possa fidare alle verghe situate sotto alle volte piane quando non si fissano alle estremità per farle agire tirando onde impedire che si pieghino; e siccome allora debbono sostenere un doppio sforzo, fa d' uopo dare ad esse una larghezza doppia della spessezza verticale.

NOTA

SUI CERCHI DI FERRO IMPIEGATI A CONSOLIDARE LA CUPOLA DI S. PIETRO

L'esperienza ha fatto conoscere che il ferro, il cui offetto è così potente e sicuro nel mezzo delle costruzioni in pietra di taglio, non era d'un così grande soccorso per la costruzione in fabbrica; e che nelle opere di questo genere, i cerchi e le armadure potevano ben servire a riunire le parti che sono state disunite da un accidente qualunque, ma che esse non saprebbero opporsi alle disunioni quasi inevitabili che risultano dall'ineguale assettamento.

Di tutti gli edificî moderni la cupola di San Pietro in Roma è l'esempio più interessante che si possa citare in appoggio di questa osservazione, a causa dei documenti che la Storia ci ha conservati, tanto sopra la sua costruzione, quanto sopra gli accidenti che si manifestarono dopo il suo intero compimento.

Non vi è certezza sulla quantità dei cerchi di ferro che furono impiegati a trattenere le due volte che formano la doppia cupola, nel tempo della loro costruzione. Non se ne conoscono che due: l'uno è situato in fuori della volta interna a trentaquattro piedi circa al di sopra della sua origine, ad un piede sopra al punto ove la cupola si divide in due, ed innanzi al primo dei gradini che formano la scala per salire alla lanterna. Le fasce di ferro che compongono queste catene hanno 35 linee di larghezza sopra 20 linee di spessezza.

Il secondo cerchio è situato nel mezzo della spessezza delle due cupole riunite a sei piedi e mezzo circa al di sopra dell'origine della volta interna. Questo cerchio ha le stesse dimensioni del precedente.

Verso alla sommità della cupola interna vi sono molti buchi, nel fondo dei quali si scorgono verghe di ferro montanti. Si pretende che a queste verghe di ferro si attacchino altri cerchi situati nell'interno della costruzione a differenti altezze, e che tutte queste verghe finiscano ad un ultimo cerchio intorno l'occhio della prima cupola. Un passo di Angelo Rocca pare che provi questa disposizione per le due volte; ecco come si spiega: « Tutti i giorni si elevano trentamila libbre » di grossi ferri preparati in tre grandi officine di fabbri » per collegare le due volte della cupola, con il grande » d'occhio che si è praticato alla sua sommità, per » dove riceve la sua luce (1) ».

Tutte queste precauzioni non hanno impedito che questa cupola non si sia disunita da tutte le parti.

Siccome tutte le disunioni che si sono fatte in questo edificio sono verticali, e questa cupola ha una forma rotonda, i modi che parvero più efficaci per rimediarvi furono: 1.° di riunire tutte le sue parti rinserrandole con varî grandi cerchi di ferro situati all'esterno nei luoghi ove si giudicò che le disunioni fossero più pericolose; 2.° di riparare tutte le disunioni e screpolature dell'interno più apparenti, prendendo tutte le precauzioni convenevoli per farlo in una maniera solida, senza nuocere all'edificio.

Il numero dei cerchi di ferro fu da principio fissato a cinque. Essi furono fabbricati nelle fucine di *Conca*, nei contorni di Roma. Questi cerchi sono composti di grandi fasce di ferro piatto, di 15 a 16 piedi di lunghezza, sopra 3 pollici e 1/2 di larghezza e 25 linee di spessezza. Da una parte queste verghe sono terminate da un anello oppure occhio semplice, e dall'altra da una specie di forca, con un occhio a ciascun braccio (vedi figura 12). Questa forca è fatta per ricevere l'occhio semplice di un'altra fascia. L'unione di queste parti è formata da due grandi cunei piantati a colpi di mazza in senso contrario nei tre anelli riuniti. Questi cunei hanno circa 20 pollici di lunghezza: 3 pollici e 1/2 di larghezza, e 25 linee di spessezza nelle grosse estremità: questa spessezza si riduce a niente dall'altro estremo. Nei luoghi dove questi cerchi sono situati sopra la fabbrica di mattone, si ebbe la precauzione di mettere delle lamine di piombo sotto al cerchio di ferro per impedire che la sua rigidezza schiacciasse la fabbrica; se ne sono messe pure in molti luoghi dove i cerchi sono situati sulla pietra di taglio, specialmente sopra alle commettiture, per impedire che i colpi della mazza facessero scheggiare la pietra.

Il primo cerchio fu situato al di sotto della cornice dello stilobato esteriore, sopra al quale sono stabiliti i contrafforti ornati di colonne. Per collocarlo si fece

(1) *Nam quotidie pro duobus tholi fornicibus connectendis ingenti tholi oculo in ejus summitate relicto, a quo lumen excipitur ex ferramentis triginta librarum millia sursum extracta sunt, tribus officinis ferrariis adhibitis.*

un' incavatura di 7 ad 8 pollici di profondità; esso è composto di 38 fasce di ferro della forma e dimensione che abbiamo detto. La circonferenza di questo cerchio è di 581 piedi; pesa, compresi i cunei e le lamine di ferro che hanno servito a farlo serrare, 38542 libbre romane e 5/7, che fanno 24407 libbre, peso di Parigi.

Il secondo cerchio fu posto di sopra la cornice dei contrafforti, innanzi al primo zoccolo dell' attico. Per posarlo sopra una curvatura uniforme si traforarono tutti i corpi avanzati. Questo cerchio non fu infossato negli intervalli dei corpi avanzati; si formò per coprirlo una specie di gradino che si trova nascosto dallo sporto della cornice. Esso è formato di trentatrè pezzi, la sua circonferenza è di 484 piedi. Si trovò che il suo peso era di 27,456 libbre romane compreso i cunei e le lamine di ferro, che fanno 20,592 libbre di Parigi.

Il terzo cerchio fu posto al di sopra dell' attico, all' origine della cupola esteriore. Esso passa sotto alle coste, ed è infossato per la sua spessezza negli intervalli. Questo cerchio è nascosto dalla copertura in piombo della cupola, è composto di trentadue pezzi, e la sua circonferenza è di 475 piedi. Il suo peso, compresi i cunei, si è trovato di 26,965 libbre romane e 5/7, che equivalgono a 20,221 libbre e 1/4 di Parigi.

Il quarto cerchio si trova a metà dell' altezza della cupola esteriore; esso è incastrato per tutta la sua grossezza, e passa sotto lo sporto delle coste. Questo cerchio è composto di ventotto pezzi; la sua circonferenza è di 406 piedi; e pesa 23,010 libbre romane, che fanno 17,257 libbre e 1/2 di Parigi.

Il quinto cerchio è situato al di sopra del piano della lanterna; esso del pari è infossato, e passa sotto allo sporto delle coste: è composto di 16 pezzi; la sua circonferenza è di 155 piedi; e pesa 9,070 libbre e 2/7 romane, che valgono 6,802 libbre e 3/4 di Parigi.

I due primi cerchi furono posati in agosto ed in settembre 1743; i due seguenti nei mesi di maggio e giugno 1744; ed il quinto, lo agosto e settembre dello stesso anno. Il Marchese Poleni di Padova fu quello che indicò i luoghi dove essi dovevano essere situati, come pure la loro forma e le loro dimensioni, figure 12 e 13, Tavola CXLVIII; e Luigi Vanvitelli architetto della fabbrica, diresse tutte le operazioni.

Tre anni circa dopo questa operazione importante, nel 1747 gli operai nell' imboccare le fenditure nella cupola scoprirono i segni dei cerchi primitivi. Papa Benedetto XIV, volendo riconoscere lo stato di questi cerchi, li fece scoprire; si è riconosciuto che il cerchio superiore situato nella spessezza del primo dei gradini che sono sopra alla cupola interna, era rotto in due luoghi; la prima rottura si trovò dal lato della navata del fondo, al di sopra del pilone di Sant' Elena. Questa rottura era nel mezzo della lunghezza di una delle verghe di ferro che componevano il cerchio; la lunghezza di questa verga era di 39 palmi romani (26 piedi e 10 pollici). La distanza fra i due pezzi rotti era di 9 minuti e 1/2 che corrispondono a 13 linee e 1/3.

Le due parti della rottura parevano stracciate, il che prova la buonissima qualità del ferro. Una delle estremità era elevata più dell' altra 7 minuti, cioè 11 linee e 2/3.

La fabbrica che ricopriva questo cerchio dovendo essere disfatta tutta all' intorno, si è trovata una seconda rottura corrispondente al mezzo del pilone di S. Veronica. La distanza fra i pezzi rotti era di 14 minuti e 1/2, che valgono 23 linee e 1/6. La rottura non era nel mezzo della verga di ferro, ma a 25 pollici e 1/2 da una delle estremità. Il ferro pareva stracciato nella frattura, che non era verticale come la precedente, ma obbliqua e dentellata, il che indica una più grande resistenza.

In quanto all' altro cerchio, siccome esso è situato nel mezzo del massiccio delle due cupole riunite, non si giudicò a proposito di scoprirlo per esaminare in qual punto fossero le rotture, perchè è più probabile che questo cerchio sia rotto anch' esso, poichè si trova in una parte dove le disunioni sono ancora più grandi. Esso si potè vedere a traverso di due fessure, nella scala che è al di sopra del pilone di S. Longino; e in quattro punti, nei corritoi che comunicano a ciascuna delle scale praticate sopra agli altri piloni.

I due intervalli fra le rotture del cerchio, che è stato scoperto, formano insieme uno spazio di 38 linee e 1/2, mentre l' apertura delle fessure dà una misura di circa 11 pollici. Da ciò si può vedere che la tensione che il cerchio ha sofferto prima di rompersi tanto per l' allungamento delle fasce di ferro quanto pel rinserramento delle congiunzioni è di 7 pollici e 3/4; ciò che non sembrerebbe straordinario per un cerchio la di cui circonferenza è di più di 400 piedi.

Qualche tempo dopo, si propose di aggiungere un sesto cerchio e di collocarlo anch' esso all' esterno, circa un piede al disotto del punto dove la cupola si divide in due. La necessità di questo cerchio essendo stata riconosciuta, si eseguì nella stessa maniera dei precedenti, e nelle stesse fucine. Fu posato nel corso del mese di settembre 1748; s' infossò del pari nella grossezza della vòlta, e si fece passare sotto le coste. Questo cerchio è composto di ventidue pezzi; la sua circonferenza è di 441 piede; pesa circa 18,762 libbre, peso di Parigi.

Le lamine di piombo che si erano messe sotto questo cerchio per impedire che la fabbrica di mattone si schiacciasse, furono tagliate al di sopra ed al di sotto dalle verghe di ferro che si fecero serrare con la più gran forza.

Finalmente, si accomodò l' antico cerchio di ferro intorno alla cupola interna, di cui si è di già parlato. Si sostituirono due grandi pezzi di ferro nei punti ove si trovarono le rotture.

Altronde, a quest' epoca, l' impiego dei cerchi di ferro era di già un metodo sperimentato per preservare da una pronta distruzione le cupole che minacciano ruina. Nel 1523, Jacopo Sansovino, celebre architetto veneto, ne fece uso per ristaurare le cupole della Chiesa di S. Marco a Venezia.

Qualche tempo dopo che la cupola di Santa Maria dei Fiori a Firenze, fu interamente terminata, si scoprirono molte crepature che si manifestarono nel tamburo di essa. Sono circa cento cinquanta anni che alcuni architetti e matematici pretendevano che le crepature avessero fatto, dopo un certo tempo, progressi allarmanti: per assicurarsi se realmente queste disunioni aumentavano, si fecero entrare a forza cunei di bronzo in molti luoghi ove le pietre si erano rotte; oltre ciò vi si infossarono pezzi di marmo a coda di rondine. Dopo un certo tempo si visitarono i cunei e i pezzi che si erano posati; si trovarono rotte le code di rondine e i cunei cacciati a forza si levavano facilmente. Se ne concluse che le disunioni erano aumentate e che l' edificio continuava a produrre effetti che potrebbero ben presto cagionare la sua ruina. Il gran Duca, dietro l' osservazione dei commessari, fece preparare due grandi cerchi di ferro per collegare le parti di quest' edificio e arrestare la spinta della cupola a cui si attribuivano tutte le disunioni. Frattanto altri

fecero delle memorie per provare che i cerchi di ferro erano inutili e che gli effetti che si osservavano in questa cupola erano antichissimi e non provenivano che da un assettamento ineguale e del suolo o della fabbrica a cagione delle commessure, o forse da questi due effetti, cho veruoa catena non potrebbe impedire. Citavano ad esempio la cappella reale di S. Lorenzo, la cupola della qualo è della stessa forma di quella di S. Maria dei Fiori. Le novo grosse cateno di ferro che si sono impiegate per trattenere questa vòlta non hanno impedito che siensi manifestate molte crepature, di cui una ha più di tre pollici di larghezza; dopo che si sono imboccate queste crepature non si è osservate verun nuovo effetto. Tutte queste differenze d'opinioni furono cagione che le cateno non furono impiegate.

Io ho esaminato cento anni dopo i cunei e i pezzi di marmo rotti, e non ho veduti progressi sensibili. *È certo che il cangiamento di temperatura delle stagioni poteva solo fare spezzare i pezzi di marmo che si erano messi a traverso delle crepature, per la dilatazione o condensazione delle loro parti, che può aumentare oppure diminuire in certi tempi la larghezza di queste crepature. Il più picciolo tremito in una così grande massa poteva anche produrre questo effetto. Ciò si prova tutti i giorni, allorchè una carrozza andando velocissima, passa vicino ad un fabbricato ordinario, oppure quando un gran romore cagiona un rimbombo considerabile in un edificio a vòlta.*

Quelli che non hanno voluto attribuire le rotture e le disunioni che si scorgono in tutte le cupole, all'inequalità inevitabile dell'assettamento, le hanno attribuite alla spinta delle vòlte, oppure a terremoti. È certo che questi ultimi possono contribuire assai, mettendo in movimento masse di un gran volume. Probabilmente per resistere ai terremoti, che sono assai frequenti in Italia, si è adottato l'uso delle catene apparenti in quasi tutti gli edifici a volta.

Gli effetti della spinta sono molto più da temere che quelli dell'assettamento, perchè invece di diminuire, ed anche di annientarsi dopo un certo tempo, come questi ultimi, vanno sempre aumentando; una volta che la spinta abbia incominciato ad agire, le resistenza perde tutto quello che guadagna questa spinta; la minima commozione o traballamento, fanno fare ad essa nuovi progressi, che tendono sempre più alla ruina dell'edificio, allorchè si trascura di rimediarvi: questo è quello che sarebbe avvenuto alla cupola di S. Pietro, se si fosse tardato ancora lungo tempo a fare le riparazioni di cui abbiamo poc'anzi dato le particolarità. Torneremo su tale quistione, nel nono libro di quest'opera.

CAPO SECONDO

ARMADURE D' ARCHITRAVI , PERISTILI E FRONTESPIZI.

Abbiamo di già detto nel corso di questa opera, che dall' epoca del risorgimento delle arti fino al tempo di G. B. Piranesi (1), tutti gli autori che hanno pubblicato le antichità di Roma, si erano esclusivamente applicati a far conoscere le forme e le proporzioni degli ordini Greci e Romani, senza tenere alcun conto dell' apparecchio nè di quei metodi nascosti che gli antichi mettevano in opera, per procurare alle costruzioni sospese, che formavano la sommità dei loro tempî, l' unione e la stabilità di cui esse non avevano che l' apparenza. È vero che queste particolarità puramente pratiche, avrebbero mal figurate allato alle perfezioni della scultura antica; ma la loro omissione poteva indurre in errore coloro che non erano abituati a rendersi conto dei metodi dell' arte di edificare (2). Così per non aver potuto vedere ancora intatti in molti edifici di Roma, i ramponi e impiombature di ogni genere che collegano fra loro le parti superiori dei peristili e dei frontespizi, e le loro evidenti vestigia in molti altri, alcuni architetti, ingannati dall' apparenza, e senza fermarsi a cercare quali potevano essere le combinazioni dell' apparecchio, non hanno temuto di asserire che tutto essendo in quiete nell' architettura antica (3), gli antichi non erano mai ricorsi all' impiego dei metalli per contenere lo sforzo d' una spinta oppure d' un allontanamento qualunque (4). Dopo aver formata la loro opinione, senza altre prove che il si-

(1) G. B. Piranesi è senza contraddizione il primo che abbia studiato le costruzioni antiche in tutte le loro particolarità, ed è da rammaricarsi che non abbia spinto le sue ricerche tant' oltre anche sulla costruzione dei tempî di architettura greca.

(2) Ciò che rende ancor più deplorabile questa omissione si è che l' impiego di questi metodi si trova dimostrato nelle vedute prese dal vero, ma in questo luogo invece di nuocere, accrescono anzi l'effetto pittoresco.

(3) S' intende che quest' asserzione non ha rapporto che ai frontespizi e colonnati dei tempî, perchè da lungo tempo si era conosciuto l' uso di questi metodi nelle costruzioni ordinarie.

(4) Se vi sono autori che non vollero credere che gli antichi abbiano impiegato il ferro ed il bronzo per assicurare la solidità dei loro tempî, ve ne sono altri che di loro privata autorità attribuiscono a quelli l' invenzione delle àncore, dei tiranti e delle fasce di cui fanno uso i moderni. Nel Capo VII delle *Memorie sugli oggetti più importanti dell' architettura, di M. Patte*, ove tratta della costruzione dei peristili, trovasi il passo seguente *sui metodi degli antichi per eseguire tali costruzioni.*

« Per assicurare la solidità delle volte piane gli an» tichi si limitavano a fermare le colonne all' alto ed » al basso, essendo esse d'ordinario di un pezzo solo: » perciò piantavano due perni di ferro l' uno all' estre» mità inferiore del fusto, cioè verso la base, e l' al» tro nell' estremità superiore penetrante il capitello, » l' architrave, il fregio o sovente la cornice. Questo » perno superiore era preso sopra il capitello da un ti» rante che passando sotto l' architrave in cui era in» cassato per tutta la sua grossezza, legava insieme i » perni delle colonne vicine. Nessuno ha osservato se » mettessero anche un altro tirante fra l' architrave ed » il fregio, ma ciò è probabilissimo. Comunque sia, » per nascondere la veduta di tali tiranti che passava» no sotto alle volte piane, rivestivano l' incavatura » con istucco e mastice, oppure quando volevano deco» rare con più magnificenza un edificio, mettevano » sotto all' architrave rosettoni di bronzo attaccati a vi» te nei tiranti, il che li toglieva assolutamente alla » vista, e serviva anche a contenere solidamente que» gli ornamenti ».

È da desiderarsi che quest' autore ci avesse fatta conoscere la sorgente da cui prese insegnamenti così positivi; ma se, come si ha luogo di pensare, questa non era che un' opinione formata per l' ignoranza dei veri metodi, essa manifesterebbe almeno una conoscenza più profonda del meccanismo della costruzione.

lenzio degli autori a questo proposito, essi si appoggiarono inconsideratamente agli antichi per proscrivere interamente l'impiego dei metalli nelle imitazioni dell'architettura antica. Del resto non sembra che tal dottrina sia mai stata osservata nella pratica; si vede al contrario che senza conoscere precisamente la maniera di cui gli antichi ne avevano usato in queste occasioni, tutti gli uomini di senno si sono incontrati con essi circa alla necessità di collegare le colonne fra loro e con i muri, col mezzo del bronzo o del ferro.

L'architettura greca, considerata ne' suoi elementi comuni con l'architettura egiziana, presenta in fatti l'immagine di un riposo perfetto in tutte le sue parti; ma non si fa attenzione che questa apparenza d'inerzia, che risulta dalla direzione naturale del peso delle masse sopra ai punti di appoggio verticali, si trova distrutta in quest'ultima, tosto che le parti superiori prendano una direzione obbliqua rapporto a questi punti di appoggio. Tale è l'effetto che non manca di produrre la imitazione delle armadure di legno pei tetti.

Il muro triangolare che riempie il voto del tetto, potendo essere costrutto in filari orizzontali, non risulta che un aumento di carico senza alcuna azione laterale; ma non essendo lo stesso riguardo alle cornici rampanti che lo ricoprono, diveniva difficile di combinare l'apparecchio in modo da evitare lo sforzo ch'esse devono esercitare sopra gli angoli del frontespizio. Nondimeno lo si tentò; e perciò nel frontespizio del piccolo tempio di Pesto, *ciascun pezzo della cornice rampante fa nello stesso tempo parte del filare orizzontale del timpano*, figura 1, Tavola CXLIX (1). Rendendo tutta la giustizia al merito di questa disposizione non si può fare a meno di non riconoscervi assai più destrezza nella esecuzione, che esperienza nella pratica. Del resto è il solo frontespizio eseguito in tal guisa (2); da per tutto, in Grecia come in Italia, il muro del timpano forma un triangolo sopra i declivi del quale posano i filari inclinati che portano l'aggetto delle cornici rampanti. Era nondimeno impossibile di credere che gli antichi avessero trascurate le misure che la prudenza esige in questi casi; così per avere svegliata questa strana quistione, si pervenne ben presto alla scoperta degli espedienti ausiliari coll'aiuto de' quali essi avevano ridotta l'azione di questo complesso al solo sforzo del suo peso. Questa nuova direzione data allo studio dei monumenti dell'antichità ci mise finalmente al punto di riconoscere, dietro una serie di osservazioni analoghe, sino a qual punto gli antichi avevano estesa la loro illuminata previdenza.

Si deve rammentare che parlando della situazione dei centri di gravità nel secondo Libro di quest'opera, abbiamo detto che, nei prismi nei cilindri e nei parallelepipedi, il centro di gravità si trova situato sull'asse, a metà della loro altezza; e che in generale la stabilità dei solidi della stessa base diminuisce in ragione dell'altezza del loro centro di gravità: in guisa che per un cilindro che avesse come una colonna corintia, per esempio, in elevazione nove volte il diametro della sua base, la stabilità sarebbe soltanto come la nona parte del suo peso.

Questo rapporto di stabilità, fra l'altezza delle colonne ed il diametro della loro base, si trova ridotto almeno al dodicesimo nei portici, pel carico dei cornicioni o dei soffitti ch'esse sostengano. È vero che questi punti di appoggio isolati si prestano un mutuo soccorso sopra la lunghezza dei peristili per la continuità dei filari che li riuniscono; ma le volte piane ed i soffitti che li uniscono ai muri del tempio non procurano ad essi che un debole sostegno; in fatti, come ammettere per guarentigia della stabilità delle ale dei templi, l'attrito solo delle pietre dei soffitti, supponendo anche che il piede dei tetti non esercitasse alcuno sforzo contro essi (3)?

(1) Questa particolarità è presa dal prezioso lavoro dell'architetto M. A. Leclere sul Panteon di Roma.

(2) Nel gran tempio della stessa città la cornice del frontone forma un filare rampante da ogni parte del timpano. Il precedente esempio può autorizzare a pensare che il ferro od il bronzo supplissono in tal caso all'effetto dell'apparecchio. Del resto questa supposizione gratuita affatto per parte nostra non è però priva di fondamento, perchè si trovano delle evidenti vestigia d'impiombature fra i tamburi delle colonne di questo tempio, figura 2; e sul fregio del terzo monumento indicato sotto il nome di Basilica vi si osserva un incavo in forma di canale, fig. 3, che gira tutt'all'intorno del peristilo esteriore, ed al quale non si può attribuire altra destinazione fuori di quella di ricevere una catena per collegare l'edificio. Vedi le *Ruine di Pesto di M. Delagardette.*

(3) La stabilità precaria delle colonne può essere facilmente notata in quelle composte di un gran numero di filari, come si è potuto giudicare dal fatto seguente di cui siamo stati testimoni. Dopo che le colonne del portico di S. Genoveffa furono coperte coi loro capitelli, un operaio dondolando dietro le ancore che sorpassavano il capitello per tutta l'altezza dei mozzi dell'architrave, si avvide che imprimeva un movimento nella colonna. Siccome negavasi la possibilità di questo

A considerare, come si è fatto per lungo tempo, i tempi dei Greci e dei Romani soltanto sopra disegni fatti in senso dell' arte, ove le linee puramente decorative rimpiazzano apposi-tamente le indicazioni delle commettiture e danno al complesso l' aspetto di un tutto le cui parti sono perfettamente collegate fra loro, si concepisce che al primo incontro il giudicio fatto sia conforme all' impressione che si è ricevuta; ma dopo che si avrà esaminato l' apparecchio in tutte le sue particolarità sarà forza di convenire che ci ha ingannati un ingegnoso artifizio.

Questa osservazione, che sembra finora sfuggita alla maggior parte di coloro che hanno studiato gli antichi monumenti, sarà più facilmente sentita oggi, che i lavori dei pensionati dell'Accademia di Francia a Roma hanno messa la quistione in tutta la sua luce. I dati autentici che noi abbiamo preso in questa preziosa collezione, contribuiranno senza dubbio a fissare oggimai l'opinione su questo riguardo.

Si vedono nelle figure 4 e 5 le incavature fatte nel marmo per porvi i ramponi e le impiombature che legavano insieme i pezzi dell'architrave e della cornice sopra il portico del tempio di Antonino e Faustina. Queste particolarità fanno parte del bel lavoro che M. Menage, architetto, ha fatto sopra questo monumento.

Le figure 6 e 7 fanno conoscere la concatenazione dei filari dell'architrave, del fregio, della cornice e delle pietre che coprono il peristilo del tempio di Vesta a Tivoli, osservata da M. Vancleemputt, e disegnata negli studi di questo architetto (1).

Nei due esempi precedenti lo stato di ruina del monumento ha messo allo scoperto i segni degli espedienti ausiliari di cui gli antichi facevano uso, ma nel portico del Panteon di Roma sembrava difficile che si potesse mai scoprire nulla senza scomporre qualche cosa, a cagione della somma cura con cui cercavano di nasconderli alla vista; e frattanto diveniva interessante il poterne provare l' esistenza. Ciò fu intrapreso dall' architetto M. A. Leclere con uno zelo ed una sagacità stati poi coronati da un pieno successo. La figura 8 costrutta dietro le indicazioni ch' egli ci ha fornite, secondo noi, spiega meglio, che non si è fatto finora, le cause alle quali questo frontespizio deve la sua solidità e la sua perfetta conservazione.

Il medesimo architetto si è compiaciuto comunicare lo studio particolare che ha fatto sull' ingegnosa disposizione che si osserva nel fregio del portico laterale del tempio di Giove Statore, ed a lui dobbiamo il conoscere tutta la perfezione di questo lavoro. Non avendo potuto nel mio soggiorno a Roma, trovar occasione di salire sopra le tre colonne che restano di questo tempio, mi fu impossibile scoprire che il pezzo di fregio, posato in sollievo fra i due pezzi situati sopra le colonne, non ha la stessa altezza di questi ultimi. Benchè nello stato attuale il sollievo si trovi disceso fino sopra all' architrave, non si potrebbe nullameno mettere in dubbio che, in principio, il voto che esiste ora fra esso ed il di sotto della cornice non dovesse trovarsi al di sopra dell' architrave, che perciò era del tutto sollevato dal peso dei filari superiori. Si è di già preveduta la spinta che doveva risultare da una simile dis-

movimento, continuò lo stesso esercizio e giunse a render sensibile questo movimento a tutti gli astanti. Informato di ciò Soufflot volle assicurarsene da sè. A tale effetto si pose un regolo da ciascuna parte della colonna e l'operaio la fece smovere 2 pollici e 1/2 dalla loro primitiva positura. Questo caso contribuì assai nella sovrabbondanza degli espedienti impiegati per assicurare la stabilità di questa costruzione.

Nelle memorie di M. Patte si trova un' altra osservazione dello stesso genere acconcia non meno della citata a diminuir l' idea che si è potuto formare della stabilità degli ordini di architettura. « Io ho osservato » (dico alla pag. 281), che passando il pezzo dell' ar- » chitrave su ciascuna colonna (nel peristilo della piaz- » za di Luigi XV) vi si fece qualche attenzione; il fu- » sto ondulava sempre ed usciva dalla sua verticale » talvolta fino a 4 in 5 pollici; movimento che devo » attribuirsi all'azione della leva che agisce in ragione » della sua lunghezza. È anche da credere che se la » colonna fosse di un solo pezzo produrrebbe nell'istan- » te di tal posatura un effetto anche maggiore, poichè » i tamburi delle colonne, quantunque ben legati in- » sieme dai perni che li penetrano e dalla malta, non » lasciano di far perdere di filare in filare parte di que- » st'azione.

(1) L' accerchiatura che forma ivi l' incatenamento delle pietre è così perfetta che si potrebbe credere che Palladio avesse specialmente quest' esempio presente al pensiero quando parla nel suo Trattato d' Architettura dell' uso che gli antichi facevano del metallo per assicurare la durata degli edifici. « Di rame si coprono » alcuna volta gli edifizi pubblici, e ne fecero gli an- » tichi i chiodi che dorensi volgarmente si chiamano: » i quali nella pietra di sotto e in quella di sopra fis- » si, vietano che le pietre non vengano spinte di or- » dine e gli arpesi, che si pongono per tenere unite » e congiunte insieme due pietre a paro: *e di questi » chiodi o arpesi ci serviamo, acciocchè tutto l' edi- » fizio, il quale per necessità non si può fare se non » di molti pezzi di pietra, essendo quelli in tal mo- » do congiunti e legati insieme, venga ad essere co- » me di un pezzo solo, e così molto più forte e du- » rabile* ». (Palladio, Libro primo, Capitolo VI dei Metalli).

posizione ; ma , ben lontano d' essere in difetto in questo caso , la prudenza degli antichi si mostra qui in tutta la sua luce ; e frattanto si vede , dalle figure 9 e 10 , che essi hanno unicamente calcolato sopra il soccorso del metallo per mettere in azione questo ingegnoso meccanismo (1).

Si può concludere, da tutto quello che precede, che l'architettura greca non ha mai presentato per sè stessa agli antichi tutte le condizioni d'una stabilità sufficiente, e che se il gusto , o lo stato poco avanzato dell' arte di apparecchiare, non avessero fissato presso loro certi limiti alla distanza delle colonne (2), noi ci saremmo versimilmente incontrati con essi nella maniera d'eseguire in grande il diastilo o l' areostilo pei frontespizi dei templi.

(1) Le impiombature praticate fra la parte dei pezzi dell'architrave e il di sopra dei capitelli erano state osservate anche da Piranesi , durante il restauro che subì a' suoi tempi il portico d' Ottavia , figura 11. Per dire il vero dobbiamo dichiarare che manchiamo d' osservazioni a questo riguardo sul Panteon d' Agrippa e sul tempio di Antonino e Faustina.

(2) Vedi Vitruvio , Libro 3 , Capo 3.

NOTA

SUI TEMPLI DELL' ATTICA.



Noi dobbiamo all' importanza onde furono osservate le particolarità della costruzione nei lavori degli architetti pensionati dell' Accademia di Francia a Roma, il poter riferire ora nuovi esempi del collegamento delle pietre nei tempi antichi, presi dalle opere più belle in questo genere, esistenti ancora nella Grecia. La figura 12 rappresenta la metà del tempio di Nemesi, scoperto recentemente da architetti inglesi, nell' antica cittadella di Ramno. Si vede che, in quanto alla forma ed alla grandezza, questo tempio è pressappoco simile a quello di Teseo in Atene.

La parte della pianta presa sopra gli architravi A A_1 fa vedere i ramponi di ferro, in forma di doppio T, che legano fra loro tutti i pezzi che posano sopra le colonne. In ciascuno di questi pezzi eccetto quelli degli angoli, vi sono due fori destinati a ricevere le impiombature di metallo che legano il fregio all' architrave.

L' altra parte della pianta indica le travi dei soffitti B B, che riposano sopra al letto superiore de' massi che formano la cornice C C.

La figura 13 è la sezione del frontespizio, presa nel mezzo delle colonne. D offre un' altra sezione sopra una scala maggiore, presa sull' asse delle colonne in direzione del muro della Cella. H è uno dei ramponi di cui si è parlato.

Particolarità del medesimo genere sono pure state osservate dagli stessi architetti in molti altri tempi dell' Attica, come in quelli di Cerere e di Diana Propilea ad Eleusi, ed anche nei Propilei di questa città, la disposizione de' quali ricorda perfettamente quella dei Propilei d' Atene.

Il capitello, figura 14, è uno di quelli dell' ordine interno di quest' ultimo edificio. Sull' abaco si vedono fori quadrati *a a* di 4 pollici di lato, sopra 3 pollici e mezzo di profondità, che servivano a ricevere le impiombature che ritenevano le travi di marmo nelle loro testate sui capitelli: *e c sono i piccoli canali incavati in pendio per i quali il piombo fuso era condotto nei fori delle impiombature* (1).

Benchè questi preziosi documenti avessero potuto da sè soli rischiarare la questione di cui ci occupiamo, noi non li poniamo in questo luogo che in via sussidiaria, essendo la nostra convinzione a tale riguardo, formata interamente sui lavori dei pensionati di Roma.

(1) Queste particolarità sono tolte dall' opera che ha per titolo: *Unedited antiquities of Attica, comprising the architectural Remains of Eleusis, Rhamnus, Sunium, and Thoricus, by society of dilettanti.* London, 1817.

Armadure del colonnato del Louvre.

Il colonnato del Louvre si compone di due peristili di ordine corintio con le colonne accoppiate, compresi fra tre avancorpi decorati con colonne appoggiate e pilastri dello stesso ordine; il tutto è elevato sopra un basamento, la pianta di cui offre la stessa disposizione. La distanza da una colonna all'altra è di 15 piedi, 5 pollici e ⅞, misurata tra due assi in direzione dell'intercolunnio; la distanza fra le colonne accoppiate è di 5 piedi, 4 pollici e 6 linee, e la larghezza dei peristili è di 12 piedi.

La difficoltà di eseguire i peristili del Louvre non consisteva nelle volte piane che girano seguendo la lunghezza di questo edificio; si avevano su questo oggetto metodi conosciuti, ed altronde tutta la spinta di queste volte poteva essere facilmente frenata tanto dai padiglioni delle estremità quanto dall'avancorpo di mezzo. Quello che meritava la principale attenzione era, non solo l'azione delle volte dei corpi più indietro, formanti un portico di 12 piedi di profondità, le quali dal muro mettendo capo sulle colonne dovevano necessariamente spignere in voto: ma anche il peso dei larghi soffitti in pietra, che dovevano empiere l'intervallo degli intercolunni. In fatti, pel taglio delle loro chiavi, i soffitti non potevano mancare d'agire alla loro volta in tutti i sensi, contro gli architravi situati al di sopra delle colonne della facciata, tanto prendendole in fianco come negli angoli.

C. Perrault, a cui si disputava la possibilità di questa costruzione ardita, pervenne a superare tutte le difficoltà, e convinse i più increduli. Ecco le particolarità degli espedienti che adoperò, il merito de' quali oggi è dal tempo pienamente giustificato.

Nel mezzo di ciascuna colonna piantò un asse di ferro grosso circa 2 pollici, diviso in tre parti innestate l'una sull'altra, e che saliva per tutta l'altezza dell'ordine. Si pretende (poichè non lo sappiamo che per tradizione) che fra ciascun filare del fusto delle colonne, vi sia una croce di ferro piatto che abbracci l'ancora di mezzo, due rami della quale afferrino colle loro estremità il filare superiore e i due altri l'inferiore.

Sopra ciascuna colonna si pose un grosso pezzo M, figura 1, Tavola CL, alto quanto tutto l'architrave, a traverso del quale passa la continuazione dell'ancora della colonna: si posarono quindi tutti i cunei dell'architrave tagliati a risalti (1), tanto secondo la lunghezza del peristilo quanto sulla sua profondità: fra le commessure di essi furono inserti ferri in forma di Z, indicati da questa lettera sulla figura, lunghi circa 15 pollici, i quali si aggrappano superiormente in un cuneo e al di sotto nell'altro; il che procura a questi un appoggio solidissimo.

Sulla testa dei cunei dell'architrave si fece un taglio nel mezzo per ricevere i tiranti orizzontali H, figura 2, e B figura 1, grossi 2 pollici circa, i quali servono a collegare gli assi delle colonne nella direzione degl'intercolunni e delle colonne accoppiate.

Perpendicolarmente a questi tiranti ne furono messi alla stessa altezza e dirimpetto a ciascuna coppia di colonne, tre altri K, K, L, dei quali i due primi K K, sono fissati con una delle estremità alle ancore di ciascuna colonna, e coll'altra in un'ancora *a*, situata dietro il muro del peristilo. Il terzo tirante intermedio L è attaccato con una parte al mezzo del tirante H, ed è pure ritenuto dall'altra con un'ancora *a*, situata fra le due precedenti. La figura 3 fa vedere in S, T, S, la sezione di questi tiranti e la loro situazione.

Dopo questa operazione si continuò ad elevare il fregio secondo la lunghezza del fabbricato: quando furon collocati i massi Q, N, figure 1 e 4, sopra le colonne, sempre trapassati dall'ancora, si pose un secondo ordine di cunei mettendo pure fra le commettiture di essi grandi Z di ferro, simili alle già impiegate per l'architrave; quindi si costruirono i soffitti i cui peducci furono disposti come si può vedere in sezione sopra e sotto dalle figure 3, 5 e 6.

Sulla sommità dei cunei del fregio si fecero dei tagli come si era fatto su quelle dell'architrave, per ricevere altri tiranti orizzontali V, figure 1 e 5; in mezzo alle coppie delle colonne questi tiranti sono afferrati perpendicolarmente da altri I, che li collegano col muro; in quanto alle ancore corrispondenti al centro delle colonne, sono esse attaccate al muro con tiranti X, figure 3, 5 e 7, diagonalmente sopra ai soffitti dei peristili.

(1) Per risalto devesi qui intendere il raddrizzamento del taglio per una certa lunghezza verso lo spigolo inferiore dell'architrave, e non peducci tagliati come quelli della porta dorata del palazzo di Diocleziano a Spalatro, di cui si è parlato nel terzo libro.

Queste particolarità sono in parte estratte dalle memorie d'architettura di M. Patte, già citate in quest'opera; ed è cosa increscevole che Perrault non ci abbia lasciato veruna descrizione di quest' opera importante, che del resto in quanto al sistema di armadura lascia ben poco da desiderare. Si noterà soltanto che se si fosse tolto fra le due volte piane il segmento *sgm*, figure 1 e 4, la seconda volta avrebbe potuto servire ad assicurare la solidità della prima in vece di sopraccaricarla del suo peso, come sembra fare in queste figure.

Non si può fare a meno di riconoscere qualche sovrabbondanza nei metodi impiegati per assicurare la solidità di quest' opera: infatti le catene diagonali X sembrano assolutamente inutili; e si è anche osservato che le chiavette non agiscono nei nodi di queste catene, il che prova la loro inazione in tutto il sistema. Si può credere altronde che Perrault sia stato condotto a questi espedienti dimostrativi dalla necessità di levare tutte le difficoltà e le inquietudini che il ministro Colbert, a gli architetti uniti ad esso avevano manifestato sulla costruzione di questo edificio.

Dopo la costruzione dei soffitti dei peristili quella dei frontoni di una certa estensione, e che debbono essere eretti su volte piane, fu sempre creduta difficilissima da eseguirsi bene. Siccome le volte sono da sè poco capaci da portar pesi, poichè non traggono la loro forza che dalle catene di cui sono armate, ed hanno inoltre una spinta considerevole verso l'estremità, quando a questa spinta si aggiugne anche lo sforzo delle cornici rampanti contro queste stesse estremità, è facile concepire che bisogna impiegar molta industria per far sostenere e tener ferma ad un tempo una tal massa in una positura così svantaggiosa. La prima opera importante in questo genere eseguita in Francia, è senza contraddizione il frontone che termina l'avancorpo di mezzo del colonnato del Louvre, figura 8.

La sua lunghezza è 92 piedi, e la sua altezza piedi 18 dal cornicione fino alla sommità; è portato da otto colonne corintie binate, del diametro di piedi 3, pollici 7, posanti sul basamento che è sotto tutto il colonnato.

La costruzione delle volte piane è la stessa di quelle dei peristili; ma giova osservare che quella di mezzo ha 24 piedi di lunghezza e che nel sito della chiave ha una convessità di circa 1 pollice e ⅓; ciò è stato praticato per prevenire l'abbassamento che un peso così considerevole potrebbe provare in seguito.

I filari della cornice rampante hanno le loro commettiture saglienti verticali e non perpendicolari alla inclinazione, come di ordinario si pratica. Agli angoli del cornicione, cioè alle estremità del frontone, si sono messi grandi pezzi di pietre, lunghi 8 in 12 piedi, che hanno code considerevoli nei muri, il tutto onde contenere ad un tempo e l'ondeggiamento della cornice del cornicione e lo sforzo della cornice rampante che in questa direzione spigne nel voto.

Nella figura 8 si è supposto che il riempimento del timpano del frontone, destinato a ricevere la scultura, sia stato levato, per lasciar vedere tutto il meccanismo della sua costruzione. Vi si osserveranno tre archi di sollievo uno de'quali è acuto e gli altri due rampanti che servono a sgravare le volte piane.

Oltre alle precauzioni relative all'apparecchio della pietra si sono per soprappiù legate tutte le diverse parti con catene, tiranti e ramponi che sono per la maggior parte indicati nella figura.

D D sono due ordini di catene situate dietro il timpano e servono a contenere col mezzo di áncore fermate alle loro estremità le due parti della cornice rampante del frontone.

E E, due ordini di aste di ferro quadrato destinate a sostenere la lunghezza delle catene D D, nel voto dell'arco acuto, ed a riportare una parte del peso del timpano sul grosso muro.

F F sono ramponi il cui ufficio è quello di legare il timpano cogli archi alla sommità ove s'incontrano, e colla parte superiore della cornice rampante.

Dietro il paralello che si può fare anche oggidì fra le diverse composizioni proposte per l'ingresso del Louvre e fra i metodi impiegati da Claudio Perrault nella costruzione del suo progetto, con quelli usati a quell' epoca, si può aver fondamento di dire che quest' abile architetto aveva superato il suo secolo tanto nella teoria dell' architettura quanto nello studio dell' arte di edificare.

Armadura del second' ordine del portico di S. Sulpicio.

La figura 9 rappresenta il sistema di armadure impiegate per gli architravi del secondo ordine del portico di S. Sulpicio. Le volte piane sono doppie come nel colonnato del Louvre; e per impedire che i cunei della volta inferiore strisciassero, si sono praticati in quelli a destra ed a sinistra sino alla chiave, de'fori nei quali si sono fatte entrare verghe di ferro F, di

due pollici di grossezza, sostenute nella loro lunghezza, ogni due cunei, da staffe di ferro E, attaccate al tirante orizzontale che va da una colonna all'altra. La chiave è sostenuta da una estremità della verga con tallone B, che si congingne colle altre due.

La seconda volta che comprende tutta l'altezza del fregio è un poco più alta della prima, ed è rinchiusa fra due catene di ferro fermate agli assi delle colonne. Per procurare a queste due catene una resistenza capace di frenare gli sforzi delle due volte, vi si è formato sopra un arco con una forte verga di ferro curvata, le cui estremità sono fermate con due talloni fatti agli estremi della catena superiore e per dargli ancor più fermezza si è murato il voto del segmento con mattoni posati in malta.

A questa specie d'armadura sono aggrappate quattro staffe di ferro, *e*, per sostenere la catena che porta le staffe della prima volta in guisa che le due volte sono come sospese a quest'arco che è anche caricato del peso delle costruzioni superiori che non sono in pietre tagliate: così questo metodo più complicato di quello impiegato nel colonnato del Louvre non produce però maggiore solidità. Le colonne di quest'ordine sono distanti 19 piedi e 3 pollici di asse in asse.

Armadura dei colonnati della piazza di Luigi XV.

Per la costruzione delle volte piane di questi peristili, rappresentati dalle figure 10 a 17 si sono impiegati pressappoco gli stessi metodi che nel portico di S. Sulpicio citato, eccetto però l'arco che è sopra la seconda volta, il quale si è soppresso.

Parimente nei cunei della volta inferiore si sono praticati de' fori per farvi entrare verghe di ferro orizzontali, che attraversano i cunei da destra a sinistra fino alla chiave.

Le verghe sono del pari sostenute da staffe che si aggrappano alla catena generale messa sull'estradosso. Tale catena è sollevata dallo sforzo di questo peso da altre staffe che si aggrappano a verghe situate sull'estradosso della volta piana superiore, che per siffatta disposizione si trova caricata dallo sforzo delle due volte e dalle parti superiori che non sono tagliate, ma attaccate sopra. Giova osservare che questo metodo non può impedire che le commessure si allontanino inferiormente e che pesino sulle volte. Se si avesse voluto prevenire quest'effetto sarebbe stato d'uopo attaccare le pietre pel di sotto perchè allora le commessure di esse non potendo aprirsi si sostengono come una volta piana.

Faremo anche notare che la continuità dei piani di commessure in queste due volte piane contribuisce a formare un cuneo suscettibile di agire con forza molto più grande che quelli del Louvre, ove le commessure dei cunei non si trovano in una stessa direzione.

Le spiegazioni per noi date sugli esempi precedenti, metteranno al caso di apprezzare il merito e i difetti della figura 18, che rappresenta una delle volte in piano del Palais-Royal, come delle figure 19 e 20 tratte dalle Memorie di M. Patte, e che quest'architetto propose come modello per tal genere di costruzione.

Armadure del portico della chiesa di Santa Genoveffa.

Sul finire del 1770 quando fui incaricato da Germano Soufflot di tutti i lavori relativi alla costruzione della chiesa di Santa Genoveffa, le colonne del portico ed i muri esteriori dell'edificio erano elevati fino sopra all'astragalo.

Nell'interno si era posato il cornicione ai piloni della cupola, e tre filari sopra formanti lo zoccolo. Tutti i capitelli delle colonne isolate erano a sito come pure la parte dell'architrave formante mezzo.

Trattavasi allora di posare i capitelli delle grandi colonne del portico o di far le volte piane e curve. La grande lunghezza delle une e delle altre *congiunte alla poca resistenza delle colonne*, aveva già fatti tentare varî progetti de' quali eravamo poco contenti. La difficoltà stava non solo nel contener la spinta delle volte in piano, ma nel costruirle in modo da formare una specie di accerchiatura che lungi dallo spignere, potesse contenere gli sforzi della gran vòlta di mezzo del portico e dei soffitti.

L'idea di G. Soufflot era quella di sollevare le parti sopra le volte piane con archi de' quali bisognava egualmente frenare la spinta. Dopo avervi riflettuto bene, trovai che si poteva distruggere uno sforzo per mezzo dell'altro, sospendendo, per così dire, una parte di ciascuna volta piana ai peducci inferiori dell'arco di sollievo posatovi sopra. Per meglio far comprendere questo meccanismo, feci un modello che fu accolto, ed io fui incaricato dell'esecuzione.

L'idea di questo metodo è il risultamento di molte sperienze da me fatte per conoscere la maniera onde agiscono le vòlte quando i piedritti sono troppo deboli a resistere allo sforzo di esse. Io aveva sperimentato, che in un arco posato sopra piedritti troppo deboli, sospendendo un

peso a fili che passavano nello commessure, ad una certa altezza la spinta della volta rimane distrutta.

Descrizione.

Queste volte piane hanno sedici piedi e 3 pollici di lunghezza (5 metri 279 millimetri) e 21 piedi e un pollice (metri 6 e 523 millimetri) dall' asse di una colonna a quello dell' altra; la loro larghezza è 4 piedi e 10 pollici (1 metro e 570 millimetri), sopra 3 piedi, 4 pollici e 6 linee di altezza (1 metro e 10 centimetri); esse sono divise in 13 peducci formanti tre voti *a*, *b*, *c*, all'interno, Tavola CLI figura 4. I mozzi di queste volte piane sono inclinati 17 gradi e ¾.

In vece di una doppia volta, come nei colonnati del Louvre e della piazza di Luigi XV, si è costrutto sopra ciascuna di queste volte un arco che serve ad esse in pari tempo e di sollievo e di sostegno, eretto sui mozzi stessi delle volte. Il raggio di quest' arco, che comprende 120 gradi, è di 9 piedi e 8 pollici (3 metri e 140 millimetri) mentre quello dell'arco A B figura 1, che comprende la volta, è di 22 piedi (7 metri e 146 millimetri). L'arco è diviso in 13 cunei con estradosso ad angoli retti.

Dalla figura 1, si vede che l'apparecchio è disposto in modo che i mozzi di ciascuna volta hanno un doppio taglio che li rende comuni all'arco ed a questa stessa volta. La parte posteriore dei due primi peducci di quest' arco posati su ciascun mozzo, forma una commettitura verticale in cui sono messe da ciascuna parte due ancore di ferro *c*, *d*, *e*, *f*, alle quali sono attaccate le staffe L M, G H, che sostengono i sette peducci del mezzo riuniti da una forte cavicchia *r s*, che li attraversa. Da questa disposizione risulta che, fatta astrazione dalle catene e dagli altri espedienti impiegati per resistere alla spinta degli archi e delle volte piane, questi sforzi si distruggono reciprocamente: perocchè è chiaro che la volta in piano non può agire che tendendo a ravvicinare i primi peducci dell' arco a cui è sospesa; mentre da un' altra parte quest'arco caricato da una parte del peso della volta non può cedere a questo sforzo senza sollevare la volta a cui sono attaccate lo staffe che impediscono ai primi peducci lo scostarsi (1).

Dietro questo metodo si avrebbe forse potuto diminuire il numero dei ferri impiegati in questa costruzione, come sono i T, le verghe che gl' infilano e le staffe indicate con N. Bastavano alcuni perni impiombati nelle commessure ond' impedire che i peducci potessero strisciare o agire a guisa di cunei; ma tutti questi oggetti riuniti formano un' accerchiatura capace di sostenere lo sforzo delle vòlte interne, disposte altronde in maniera da averne il meno possibile.

Questo magnifico portico esiste da sessant'anni o più. In tale intervallo il bassorilievo del frontone è stato rinnovato due volte, ed abbattuti gli ornamenti del fregio senza che si sia manifestato il più leggiero effetto in veruna delle sue parti.

(1) Dai calcoli che feci allora per determinare lo sforzo che questo sistema doveva esercitare sopra i suoi punti di appoggio, risulta che per far equilibrio colla spinta della volta in piano e dell' arco uniti, ciascun piedritto avrebbe dovuto avere 5 piedi e 6 pollici di larghezza, sopra 13 piedi e 2 pollici di spessezza per 70 di altezza; oppure, ciò che diviene lo stesso, essere formato di due colonne binate come nel colonnato del Louvre.

Le armadure delle volte in piano dei peristili interni del pari che quelle del colonnato esteriore della cupola, sono disposte nella stessa maniera, ma i cunei non sono voti come quelli delle volte in piano.

SEZIONE SECONDA

SISTEMI DI COSTRUZIONE IN FERRO DA FUCINA.



Alla strana idea d' aver voluto aggregare l' architettura alle arti d'imitazione bisogna attribuire la lunga infanzia dell' arte di edificare presso gli antichi. Tale stato in cui si trovò in confronto delle altre arti proviene certamente dall' avere studiato le forme e le proporzioni sopra modelli di legname, onde si trovò fissato il gusto prima che avesse potuto conoscere altri risultamenti. Dacchè l' architettura ebbe un tipo conosciuto, la scelta delle materie proprie a riprodurlo divenne, come nella scultura, subordinato unicamente alla grazia ed alla durata ch' esse potevano procurare al lavoro. Ma siccome le qualità del legno non si trovano in nessun luogo sotto lo stesso volume di quelle della pietra o del marmo, le imitazioni di questa materia dovevano necessariamente presentare una forza sovrabbondante in alcune parti ed una estrema debolezza in altre. Nondimeno ben lungi dall' essere trattenuti da tutte le difficoltà che dovettero incontrare in questa metamorfosi, gli antichi si applicarono a velare le inverisimiglianze più ributtanti, e pervennero a forza d'arte a far obbliare l'improprietà della materia.

Lo studio esclusivo delle forme impedì loro sempre di riconoscere che i soli rapporti che possono esistere fra i diversi generi di costruzione non risiedono che nei principî comuni, base di diversi sistemi delle combinazioni di esse. Perciò quando vollero sostituire il metallo al legno per formare il tetto al portico del Panteon di Roma (Tavola XXVIII, figura 17) invece di cercare le dimensioni che bisognava dare ai pezzi di bronzo nel complesso di un' armadura, si limitarono ad imitare i puntoni e le asticciuole nelle forme e proporzioni che avrebbero avuto in legname.

È facile altronde concepire come l' arte di edificare sia rimasta sì lungo tempo stazionaria quando si osservi che presso gli antichi la forma e la disposizione degli edificî furono in certo modo consacrate. In seguito quando quest' arte giunse a liberarsi dei vincoli nei quali era stata ritenuta da motivi di pura convenzione, si vide prendere il suo volo e giugnere in molti generi all' ultimo grado di perfezione. I tempi della Pace e di Minerva Medica sono ancora testimonianze imponenti di ciò che hanno osato nelle opere muratorie; e dietro un passo di Elio Sparziano nella vita di Antonino Caracalla si può aver fondamento di credere che perfezionassero anche il modo d'impiegare il metallo nelle costruzioni. « Lasciò le » magnifiche terme che portano il suo nome; » nella quale si trova quella sala *Soleare*, la » cui struttura sembra agli architetti stessi inimitabile. Perocchè di verghe di bronzo e di » rame consta la rete che forma tutta la volta; » ed essa è di tanto spazio che dotti meccanici sono tentati a negarne la possibilità (1) ».

(1) Reliquit thermas nominis sui eximias; quarum cellam solearem architecti negant posse ulla imitatione, quo facta est, fieri. *Nam ex aere, vel cupro cancelli superpositi esse dicuntur*, quibus cameratio tota concredita est; et est tantum spatii, ut idipsum fieri negent docti mechanici. *Aelius Spartianus in vita Antonini Caracallae*, ediz. di Stefano Robert. Parigi 1544 pagina 186.

CAPO PRIMO

DEI SOLAÌ E DELLE VOLTE DI FERRO.



Siccome le proprietà del ferro battuto sono assolutamente le stesse di quelle del legno, sotto un volume molto minore, ne risulta che gli elementi delle combinazioni atte ad impiegare questo metallo sono, tranne qualche modificazione, gli stessi di quelli del legname.

Parlando della rigidezza del ferro nel primo libro di quest' opera (2.ª sezione, Capo 4.°) abbiamo detto che una verga di ferro non si sostiene senza piegare ad una più grande lunghezza di una di legno di quercia della stessa grossezza; ma abbiamo osservato che il peso del ferro essendo a quello del legno di quercia pressappoco come 17 è a due, ne deve risultare che la rigidezza di queste due materie è in ragione inversa del loro peso specifico, e che la loro grossezza, per resistere ad uno stesso sforzo, deve essere come $\sqrt{17}$ è a $\sqrt{2}$, e prossimamente come 3 ad 1: così per rimpiazzare una trave in legno di quercia di 6 pollici di grossezza, occorrerebbe una verga di ferro di poco più di 2 pollici in quadrato della stessa lunghezza, il che non procurerebbe economia per i solai in ferro.

PRIMA OSSERVAZIONE.

È utile notare che le travi o verghe sostenute orizzontalmente per le loro estremità, resistono allo sforzo che tende a farle piegare, in ragione della loro lunghezza, della loro spessezza e della rigidezza della materia di cui esse sono formate. Se non si considerano che le loro dimensioni, la loro resistenza sarà espressa dal prodotto della metà del loro peso pel quadrato della loro spessezza verticale, diviso per la metà della loro lunghezza.

Una trave in legno di quercia di 12 piedi di lunghezza sopra 6 pollici in quadrato di grossezza, produce 3 piedi cubici; i quali in ragione di 64 libbre danno per il suo peso 192 libbre. Una verga di ferro della stessa lunghezza, la cui grossezza fosse in ragione inversa del peso del ferro comparato a quello del legno, sarebbe dello stesso peso. Se s' indicano le dimensioni della trave e quelle della verga in pollici, si avrà per la resistenza della trave, dopo quello che si è detto, $\frac{96 \times 36}{72}$, che si riduce a 48, e per la verga di ferro $\frac{96 \times 4\frac{4}{17}}{72}$, che si riduce a $5\frac{11}{17}$; ma siccome il ferro è 8 volte e ½ più rigido del legno, si troverà per la spessezza della trave 48×1, che darà 48, e per quella della verga di ferro, $5\frac{11}{17} \times 8$ e ½, che darà pure 48.

Per evitare d' impiegare delle grosse verghe, si sono immaginate delle specie di cavalletti o armadure, che danno maggior rigidezza al ferro aumentandone la forza in maggior ra-

gione del peso (1). Ecco i risultamenti delle sperienze che abbiamo fatte sopra due armadure composte di una verga curvata ad arco, e di una verga retta che forma la corda. Queste armadure rappresentate dalle figure 1, 2, 4, 5 e 6, Tavola CLII, avevano 12 piedi di distanza fra gli appoggi; una era formata in ferro piatto e l' altra in ferro quadrato.

La verga formante l' arco della prima aveva 28 linee di larghezza sopra 7 linee di spessezza, pesava 62 libbre e ¾; posata in piano.

La verga retta formante la corda dell' arco, situata piana come la precedente, aveva 27 linee di larghezza sopra 9 di spessezza e pesava 67 libbre e ¾.

L' aggregato di queste due verghe, senza ascialoni nè monaci, essendo collocato sopra due appoggi distanti 12 piedi, la verga orizzontale piegava verso la parte inferiore di 9 linee. La distanza nel mezzo, fra l' arco e la verga retta, era di 7 pollici.

Avendo sospeso al mezzo della verga curva un peso di 112 libbre, la distanza al mezzo, fra le verghe, non era più che di 5 pollici e ¼, e la verga retta non piegava più.

Sotto al peso di 217 libbre, situato alla medesima maniera, la verga retta piegava verso all' alto di 8 linee, e la distanza al mezzo, fra le verghe era ridotta a 4 pollici e 3 linee; i fianchi rigonfiavano circa 3 linee.

Sotto al peso di 387 libbre, le due verghe si sono unite nel mezzo; quella di sopra presentava una doppia curvatura irregolare, che formava da una parte un rigonfiamento di due pollici e dall' altra di 3 pollici e 1/4. Questa ineguaglianza di resistenza ha fatto che il gonfiamento si è portato tutto ad un tratto da una sola parte, ove esso aveva 4 pollici e 7 linee.

La stessa armadura, trattenuta da un monaco al mezzo, e da due ascialoni pesanti in tutto 125 libbre, essendo caricata al mezzo con un peso di 160 libbre, si è mantenuta senza alcun effetto sensibile.

Sotto al peso di 417 libbre, questa armadura si abbassava nel mezzo di 3 pollici e 2 linee.

Un' altra armadura della stessa lunghezza ed egualmente disposta, composta di verghe quadrate d' un pollice di grossezza, pesante 101 libbre con il picciolo monaco e i suoi due ascialoni, posata sopra due appoggi distanti 12 piedi, senza carico, la verga orizzontale piegava nel mezzo verso al di sotto di 2 linee.

Caricata la stessa nel mezzo col peso di 318 libbre, la verga orizzontale piegava verso al di sopra di 3 linee; questo carico aumentato di 418 libbre, dopo 24 ore, la verga orizzontale non piegava più; essa era perfettamente retta ed orizzontale.

SECONDA OSSERVAZIONE.

Si è detto poc' anzi che la forza delle verghe di ferro d' una stessa lunghezza, posate orizzontalmente su due appoggi alle loro estremità, era in ragion diretta del quadrato della loro spessezza verticale. Nelle armadure di cui si tratta, tutta la forza consiste nella verga curvata in arco, ritenuta dalla verga orizzontale che ad essa serve di corda. Questa combinazinne è trattenuta dal picciolo monaco o dagli ascialoni che impediscono che cangi forma; donde risulta che la spessezza nel mezzo si trova avere 7 pollici e 4 linee per le armadure in verghe piatte ed 8 pollici per quelle in verghe di ferro quadrate di un pollice; essendo 6 pollici la freccia della verga curvata in arco, sopra 12 piedi di corda.

Da ciò che abbiamo spiegato nel libro primo, risulta che la forza di una verga di ferro curvata in arco, e trattenuta come le armadure di cui testè si è parlato, sta a quella d'una verga retta della stessa grossezza come la sua circonferenza interna sta al doppio della freccia che misura la sua curvatura.

Essendo la grossezza della verga della prima armadura 28 linee di larghezza sopra 7 di spessezza si troverà, come nell' indicazione precedente, che la sua forza assoluta è 63,840. La sua lunghezza fra gli appoggi essendo 12 pie-

(1) A M. Ango, architetto perito giurato, si deve l' invenzione di queste armadure. I commissari nominati dall' Accademia reale d' Architettura per esaminare un tavolato di 19 piedi di lunghezza sopra 16 piedi di larghezza, costrutto in questa maniera a Boulogne presso Parigi, in una casa del signor Pankoucke, esprimonsi così nel loro rapporto in data del 18 giugno 1785. *Noi l' abbiamo trovato solidissimo, senza alcuna sfogliatura nè traballamenti, qualunque sforzo si faccia saltandovi sopra.* Se ne trovano le particolarità nell' Enciclopedia alle parole VÔLTE E SOLAI IN FERRO.

Essi terminano il loro rapporto dicendo: *È dunque desiderabile che il metodo di M. Ango sia messo in pratica da tutti i costruttori, affinchè un gran numero d' esempi venga a confermare la buona opinione che abbiamo concepita del Saggio di cui rendiamo conto.*

di, oppure 1728 linee, l'espressione della sua forza relativa sarà $\frac{63840 \times 49}{1728}$ che si riduce a 1,810 per questa verga retta posata come fascia. La stessa verga, curvata in arco, ha il suo perimetro interno di 1,734 linee, e la freccia di curvatura 72 linee, il che dà per l'espressione della sua forza relativa $\frac{1810 \times 1734}{144}$ che si riduce a 21,795. Ma il carico che incominciava a far piegare una verga di ferro, non essendo che circa la centesima parte della forza relativa che la farebbe rompere, si avrà per la sua espressione quasi 218, che non differisce molto da ciò che dà l'esperienza, perchè se da 218 si levano 62 libbre e $\frac{1}{2}$, per la metà del peso dell'armadura, resteranno 156 e $\frac{1}{2}$ invece di 160 che diede l'esperienza.

Per l'altra armadura di cui le verghe avevano 12 linee di grossezza si avrà $\frac{46080 \times 144}{1728}$, che si riduce a 3,840 per una verga retta, e per la verga curva $\frac{3840 \times 1734}{144}$, che si riduce a 46,240, la cui centesima parte, 262 $\frac{4}{10}$, indica il carico sotto il quale l'armadura incomincia a piegare al di sotto.

Se da 462 $\frac{4}{10}$ si levano 50 libbre e $\frac{1}{2}$ per la metà del peso dell'armadura, il di più sarà 411 $\frac{9}{10}$, che non differisce molto da 418, che dà l'esperienza.

EPILOGO.

Risulta da queste esperienze che i calcoli che vi hanno rapporto possono essere applicati a tutte le specie di cavalletti o armadure, tanto per le volte quanto pei solai in ferro ed altre opere dello stesso genere.

Le figure 7, 8, 9, 10, 11 e 12 della stessa Tavola rappresentano armadure per un solaio in mattoni incavati, coi particolari degli adattamenti per la commessura dei pezzi di cui si compongono; ed i mattoni incavati sono rappresentati dai numeri 13, 14, 15 e 16.

Questo solaio ha 20 piedi di larghezza da un muro all'altro, e i muri hanno 18 pollici di spessezza; esso è formato con armadure simili alle precedenti composte di due verghe, una delle quali curvata in arco è ritenuta dall'altra che forma la corda dell'arco stesso. Questa armadura è rinforzata nella sua lunghezza da 7 piccioli ascialoni o briglie che la dividono in 8 parti eguali.

Le verghe hanno 30 linee di larghezza ognuna, un pollice di spessezza e sono posate in piano; la freccia di curvatura dell'arco è 6 pollici, cioè un quarantesimo della lunghezza dell'armadura fra un muro e l'altro. Questi ascialoni servono a tener fermo l'arco e ad impedire che le verghe si scostino più di quello che esige la curva; ma siccome esse potrebbero avvicinarsi, così fra le due verghe, in mezzo a ciascun ascialone, si sono posti dei regoli di ferro che impediscono questo secondo effetto; di modo che il complesso della armadura non può mutar forma.

Queste armadure sono collegate fra loro da 8 ordini di traverse composte di verghe larghe 18 linee sopra 9 linee di spessezza, terminate da uncini che abbracciano le grandi verghe rette formanti le corde delle armadure. Gl'intervalli fra le armadure sono empiuti di mattoni voti murati in gesso prendendo le debite precauzioni onde ovviare al gonfiamento di cui è suscettibile. Sopra ciascuna armadura è un tirante di ferro piano che si aggrappa, come la verga retta dell'armadura, ad una stessa áncora posta alla parte esterna dei muri.

Le figure 17, 19 e 21 indicano armadure per volte anch'esse di laterizi voti, comprese fra due circonferenze concentriche. Questa combinazione forma de' segmenti, le cui corde si collegano in modo da impedire che le curve si raddrizzino e da diminuire lo sforzo contro i muri esteriori.

Le figure 18, 20 e 22 rappresentano armadure dello stesso genere per volte che debbono avere l'estradosso orizzontale per formare il solaio.

Nella figura 21, la mezza volta è divisa in sei peducci, comprendendo ciascuno un arco di 15 gradi, in guisa che il raggio D C sta al raggio E C come il seno totale sta alla secante di 15 gradi; come 1000 sta a 1035, come 30 a 31; e che E D è circa la trentesima parte del raggio D C. Quindi questo rag-

gio, essendo supposto di 5 metri o 15 piedi darà per l'intervallo E D 166 millimetri oppure 6 pollici. Gli archi concentrici che rinchiudono questo spazio hanno per grossezza il quarto di E D, cioè 42 millimetri o linee 18. La grossezza delle verghe che formano le corde dei segmenti è 2/3 di quella degli archi, cioè 25 millimetri o un pollice. I pezzi formanti monaco hanno la stessa grossezza. Queste armadure posate ad un metro e mezzo di distanza e riunite da traverse o verghe di ferro codate alle estremità, posate alternativamente, possono essere munite di mattoni voti ed avere una grandissima solidità se siano coperte di piombo all' esterno, quando sono esposte all' aria, e nell'interno coperte di gesso. Per formare l' intonaco interno si possono attaccare agli archi con arpioni, viti o altro, i panconcelli di legno per inchiodarvi la panconcellatura e fare l' intonaco come in un soffitto. La figura 22 indica la maniera di formare un solaio orizzontale sopra una vôlta a tutto sesto. Questa armadura, come pure quelle delle figure 18 e 20, non differiscono dalla precedente che pel prolungamento delle verghe orizzontali E H, D I e dei piccioli ascialoni o traverse per collegare la curva colle verghe orizzontali.

Quando lo spazio fra la curva e le verghe orizzontali è considerevole si possono esse riunire con cerchi e verghe, come lo indica la figura 22.

Quando le volte non hanno più di 8 in 9 piedi di diametro e nulla debbono sostenere, possono essere formate con un semicerchio di ferro la cui grossezza può essere d' una mezza linea ogni piede della circonferenza sviluppata, cioè 12 linee e ⅔ per un diametro di 8 piedi, e 14 linee per un diametro di 9 piedi.

Per rivestirle d' intonaco si può, come abbiam detto, fermarvi sotto con viti arpioni o in qualunque altro modo dei contropanconcelli di legno per inchiodarvi sopra la panconcellatura e fare un intonaco di gesso che non tocchi i ferri.

Per le volte di diametro maggiore, fino a 15 o 18 piedi, si possono fortificare i semicerchi di ferro con verghe rette formanti un poligono circoscritto. Questa precauzione è specialmente necessaria se le curve sono di ferro fuso.

Per le vôlte dai 18 fino ai 30 o 40 piedi, si formerà un poligono fra due circonferenze concentriche, le quali si collegano come nella figura 19.

Bisogna osservare che alla sommità dell'arco trovasi un segmento, la cui corda forma una tangente orizzontale alla circonferenza inferiore, ed un altro che tocca questa circonferenza verso al mezzo dei fianchi nel punto in cui avviene il maggiore sforzo. Quando la vôlta è formata di un arco di cerchio, questa seconda verga deve toccare il mezzo del semiarco.

CAPO SECONDO

DEI TETTI.



Le figure 1 e 2, Tavola CLIII, presentano combinazioni dei tetti in ferro che non debbono portare un gran carico.

Le figure 3 e 4 indicano tetti più solidi suscettibili d' essere muniti di mattoni pieni o incavati, per fabbricati da mettere al sicuro dagl' incendi.

La figura 5 è una combinazione progettata da M. Ango, architetto, per un' armadura di teatro della stessa dimensione di quella del teatro d' Argentina a Roma, o del teatro dell' Odéon a Parigi.

La figura 1, Tavola CLIV, rappresenta una delle armadure di ferro del tetto del Teatro Francese al Palazzo-Reale, e la figura 2 una combinazione composta secondo il nostro sistema dei segmenti.

Le figure 1 e 2 della Tavola CLV indicano le piante e l' elevazione di una delle armadure in ferro del salone di esposizione de' quadri al Louvre, co' suoi particolari, e le figure 3 e 4, la pianta e l' elevazione secondo il nostro sistema. I cangiamenti consistono: 1.° nell' aver posto le semiarmadure A e B, figura 3, dietro le verghe C e D che formano uno degli angoli del quadrato dell' apertura invetriata, invece di collocarle in avanti, come nella figura 1; 2.° nell' avere prolungata nell' elevazione, figura 4, le verghe e fino al punto *b*, il che dà a questa armadura maggior forza e stabilità.

Tetto e solai della Borsa.

All' epoca in cui ci siamo occupati a ricercare le dimensioni e combinazioni che conveniva adottare per i ferri destinati a rimpiazzare il legname nei fabbricati, i due tetti di cui si è parlato erano i soli esempi conosciuti di costruzioni di questo genere. Riguardo ai solai se ne erano fatti alcuni sperimenti, con qualche applicazione importante. In seguito l' uno e l' altro sistema furono impiegati con buon successo in molti edifici.

I tetti e solai in ferro del palazzo della Borsa, eseguiti coi disegni di M. Labarre, architetto, occupano senza contrasto il primo posto fra tutti i lavori di questo genere. Noi siamo stati tanto fortunati da ottenere dal nostro stimabile collega la comunicazione delle particolarità necessarie per far conoscere queste opere ingegnose (Vedi la Tavola CLVI). Non dubitiamo che gli architetti, i quali ricordano che M. Labarre deve pubblicare un'opera sopra questo bel monumento, apprezzeranno come noi questa generosa condiscendenza.

SEZIONE TERZA

SISTEMA DI COSTRUZIONI IN FERRO FUSO.



Relativamente all' arte di edificare, le proprietà del ferro fuso possono essere assomigliate a quelle della pietra; le funzioni dell'uno e dell' altra devono ridursi unitamente a resistere agli sforzi della pressione. Sono pure gli stessi principi che dirigono l'impiego di queste due materie, in guisa che tutte le combinazioni adottate nelle costruzioni in pietra, possono fino ad un certo punto convenire alle costruzioni in ferro fuso. Nondimeno, siccome a volume eguale esiste una differenza immensa fra la resistenza del ferro e quella della pietra, e siccome sarebbe risultato dall'imitazione pura e semplice delle disposizioni usate per quest' ultima, una soprabbondanza di ferro fuori di ogni misura, così si è riconosciuto bentosto che le condizioni della stabilità risiedono tanto nella forma quanto nella massa dei solidi, e si pensò con ragione che i solidi voti possano adempiere lo stesso oggetto di quelli interamente massicci, senza mettere a rischio in niente la potenza del sistema. Non si era preveduto però, che il ferro fuso così impiegato doveva per la sua fragilità trascinare gl' inconvenienti i più gravi nelle costruzioni che sono esposte, come i ponti, a commozioni violente e reiterate; perciò tutti i tentativi di questo genere non sono stati del pari felici, mentre il successo è stato compiuto nei tetti e nelle cupole.

CAPO PRIMO

DEI PONTI.



L'IDEA d'impiegare il ferro nella costruzione dei ponti è abbastanza antica, dice M. Gauthey, e se ne trova indizio nelle opere italiane del sedicesimo secolo. Desaguliers l'aveva rinnovellata nel 1719, e verso al 1755 si è intrapreso a Lione un ponte di ferro di tre arcate di 25 metri di apertura; una di esse era già montata sul cantiere, ma quest' opera non fu terminata per ragione d'economia, e si è sostituito un ponte di legno.

Ponte di Coalbroockdale.

Durante l'ultima guerra, il prezzo del legno e del ferro straniero essendosi elevato eccessivamente, si cercò d'introdurre il ferro delle fonderie inglesi nei lavori d'ogni genere, e particolarmente nella costruzione dei ponti di ferro fuso (1).

Il ponte di Coalbroockdale, fabbricato in Inghilterra sulla Sewern, dal 1773 al 1779, passa pel primo che si sia costrutto in ferro. Questo edifizio è stato progettato ed eseguito da due celebri capi di fucina, M. Giovanni Wilkinson ed Abramo Darby, ed i pezzi sono stati fusi a Coalbroockdale (2).

Questo ponte è formato d'un solo arco, il di cui diametro è di 100 piedi e 6 pollici inglesi (30 metri 62 centimetri). La sua curvatura comprende un arco di cerchio di 154 gradi 24 minuti e ½, la cui freccia è di 39 piedi 8 pollici inglesi (12 metri 63 centimetri). Il suo tavolato è sostenuto da cinque armadure simili a quella rappresentata dalla figura 1, Tavola CLVII, distanti fra loro metri 1,49. Ciascuna armadura è composta di un grande arco interno di 211 millimetri di larghezza sopra 133 di spessezza, fuso in due pezzi riuniti alla sommità con una chiave, e due parti d'archi concentrici di 146 millimetri di quadratura che terminano sotto al corrente o pancone che formano il tavolato. Questo pancone è anche sostenuto da pali o verghe verticali, una delle quali è applicata lungo la coscia e l'altra corrisponde all'origine dell'arco inferiore. Queste verghe sono riunite nella loro altezza da due traverse rette e verso la estremità superiore con una specie di centina a doppia curvatura. La parte triangolare fra la verga verticale, la trave superiore e il dorso dell'arco superiore, è riempiuta da un cerchio che riunisce tutti questi pezzi.

Gli archi di cerchio sono riuniti fra loro da traverse che tendono al loro centro comune, e che formano divisioni come quelle dei peducci.

Tutto questo sistema posato su cuscini di ferro fuso di 10 centimetri di spessezza mura-

(1) Stevenson, Descrizione dei ponti in ferro sospesi. *Edimburg*, *Philosophical journal* n.° X.

(2) Secondo Wilson, sembra che prima della costruzione del ponte di Coalbroockdale, esistesse un ponte di ferro che non aveva meno di un secolo; ma se si può mettere in dubbio la sua esistenza è anche da presumersi almeno, come osserva l'Enciclopedia Britannica, che per la sua poca importanza sia rimasto ignoto all'Inghilterra in generale.

ti nella ritirata della coscia, è commesso in intaccature segnate M, figura 2.

La parte superiore del ponte è formata da pezzi di ferro fuso che poggiano sulle travi dell'armadura, e che sono ricoperte da uno strato di argilla mista di scorie di carbone per formare la strada. Il peso del ferro impiegato è 178 e ¾ tonnellate inglesi (181,225 chilog. 69).

Si sono fatte delle screpolature nelle cosce, e particolarmente in quella della riva destra, che si attribuisce a qualche vizio nella fondazione ed allo sforzo delle terre sostenute da tali cosce; donde risultò la rottura di molti pezzi di ferro. Meno ciò, l'edificio è perfettamente conservato.

La figura 3 è una sezione sulla larghezza del ponte; e la figura 4 rappresenta una combinazione che io propongo e che offrirebbe maggior regolarità.

Ponte di Sunderland.

Il secondo ponte di ferro è stato costrutto nel 1795 a Buildwas, sulla Sewern, a poca distanza da Coalbroockdale. Dalla descrizione che si trova negli *Annali di Arti e Manifatture*, la sola per cui il ponte di Buildwas sia conosciuto in Francia, puossi giudicare che quest'edificio presenti, come il ponte di Coalbroockdale, una combinazione di grandi pezzi, la riunione dei quali compone un sistema di puntelli analogo a quello dei ponti di legno.

Sembra che l'idea del sistema dei peducci impiegato nei grandi ponti di ferro fuso sia dovuta a Payne che ne fece il primo saggio nel 1790 sopra un'armadura di 27 metri di raggio eseguita nelle fucine dei Valkers di Rotheram. Questo tentativo essendo compiutamente riuscito, M. Rowland Burdon adottò le idee di Payne per la costruzione del ponte che fece erigere dal 1793 al 1796 a Wearmouth presso Sunderland sul fiume Wear, secondo i disegni di M. Wilson. Quest'opera arditissima è il terzo gran ponte fatto in ferro fuso. Esso è situato nel modo più pittoresco fra due rocce scoscese, ed elevato 94 piedi, metri 28,642 mil. sopra il fiume in guisa che i vascelli mercantili possono rimontare fino a 30 miglia al di là passando a piene vele sotto alla sua curvatura; figura 1, Tavola CLVIII. La corda della curva è 218 piedi e 9 pollici (metri 71,91).

Il ponte di Sunderland è sostenuto nella sua larghezza da sei armadure distanti fra loro 6 piedi da un mezzo all'altro. Queste armadure, una delle quali è rappresentata dalla figura 2 per metà, sono composte per questa curvatura con telai di ferro fuso posati gli uni sopra agli altri come i peducci di un ponte in pietra. Ciascuno di questi peducci ha 5 piedi d'altezza (metri 1,524) sopra 2 piedi e 5 pollici di larghezza media (736 millimetri). Essi formano tre archi concentrici di 6 pollici di larghezza (153 millimetri) riuniti da pezzi verticali perpendicolari a questi archi, della lunghezza di due piedi e 3 pollici ognuno (millimetri 380) sopra due pollici (millimetri 51), lasciando fra loro un intervallo di un piede (millimetri 325).

Ciascuna parte di arco corrispondente a questi peducci porta una specie di canale o infossatura disposta per ricevere delle fasce di ferro battuto che collegano fra loro questi peducci in modo assai semplice, solidissimo e molto ingegnoso. Risulta da tale disposizione che il ferro fuso che è fragile si trova legato dal ferro battuto e che la rottura di uno o di più pezzi non importerebbe verun disordine nella combinazione del sistema.

Le proprietà di queste due specie di ferro sono combinate nel modo il più vantaggioso; cioè il ferro fuso per portare il peso, e il ferro battuto per collegare le parti. Un ponte tutto di ferro battuto sarebbe stato soggetto per la sua elasticità a vibrazioni troppo grandi: la rigidezza e l'incompressibilità del ferro fuso lo rendono più proprio del ferro battuto a formar i peducci degli archi; ma siccome esso è fragile, aveva bisogno d'essere trattenuto dal ferro battuto.

Le armadure sono riunite ogni due peducci da traverse di ferro fuso R S, figura 3, lunghe sei piedi, si è data ad esse la forma di tubi onde opporre maggior resistenza con minor materia. Questi tubi sono situati alternativamente all'estradosso ed all'intradosso degli archi; alle loro estremità sono rovesciati in piano sparso di fori, per unirli col mezzo di chiodi.

I timpani o spazi compresi fra gli archi sono muniti di cerchi di ferro che sono tangenti fra loro, come anche all'estradosso ed al di sotto del tavolato del ponte, i quali sembrano aver per iscopo il diminuire colla loro elasticità l'effetto delle vibrazioni (1).

(1) Erasi sparsa la voce a Londra che il ponte di Sunderland aveva sofferto dei danni. Un ingegnere francese, che allora trovavasi in Inghilterra lo visitò nell'ottobre del 1821 e l'ha trovato in buon essere; le curve molto regolari ed i parapetti bene allineati. Osservò nondimeno che alla sommità dell'arco intermedio

Il peso totale del ferro è 250 tonnellate inglesi (chilog. 253819,50) delle quali 210 sono in ferro fuso e 40 in ferro battuto.

La figura 4 offre la sezione presa sulla larghezza del ponte.

La figura 5 indica una combinazione più regolare e che potrebbe essere adottata per le armadure dei ponti di questo genere.

Ponte di Staines.

Questo ponte è stato costrutto nel 1802 sul Tamigi a 17 miglia da Londra, dall'ingegnere stesso del ponte precedente. L'intervallo che passò fra la costruzione di questi due ponti fu segnato da diversi tentativi che non tutti furono egualmente felici. Un ponte di ferro che si tentò di gettare sul Tamigi nel Heresfordshire, cadde appena fu disarmato. Un simile accidente accadde ad un altro ponte di 180 piedi che si era stabilito sul Tees a Yarm.

Il ponte di Staines è pure di un solo arco di 180 piedi inglesi di corda (metri 54,85); la sua curvatura è formata con un arco di cerchio il cui raggio è 271 piedi e 1 pollice (metri 79,225); la freccia è piedi 16 (metri 4,88). Comprende nella sua larghezza sei armadure simili distanti 6 piedi da un mezzo all'altro (metri 1,95). Gli archi di ciascuna di queste armadure sono composti, come nel ponte di Sunderland, con cui ha molta rassomiglianza, con telai di ferro fuso formanti i peducci (1). La larghezza dei pezzi che formano gli archi è 6 pollici (0,162), sopra 4 pollici e 2 linee di spessezza. Questi archi sono riuniti da pezzi verticali che tendono al centro. La larghezza media dei peducci è 4 piedi e 10 pollici (metri 1,474); cioè doppia di quella dei peducci del ponte di Sunderland; sono essi riuniti fra loro con maschi mobili che si pongono nelle intaccature praticate a ciascuna estremità delle parti d'arco A B C D, figura 2, Tavola CLIX. Gli archi di ciascuna armadura sono riuniti da specie di ascialoni voti D E, situati in direzione delle commessure dei peducci e trattenuti da chiavette che servono anche a fissare i maschi che riuniscono i peducci.

I timpani sono empiuti come nel ponte di Sunderland, con cerchi tangenti fra loro e coll'estradosso dell'arco e col di sotto del ponte. Il solaio è formato di pezzi di ferro fuso larghi 2 piedi (0,699) aventi al di sopra de' rinforzi terminati ad arco onde procurare ad essi maggior grossezza nel mezzo. Queste lastre servono come pezzi del ponte mantenendo le armadure nella loro rispettiva positura.

Le idee di economia e le difficoltà di accomodarle condussero l'ingegnere a sopprimere le fasce di ferro battuto incastrate negli archi di ferro fuso dei peducci; sostituì ad esse i maschi mobili, ma ne risultò un gravissimo inconveniente, ed è che la rottura dei pezzi diviene assai pericolosa e difficilissimo il rimpiazzarli, ed anche impossibile per alcuni, come gli ascialoni, a causa delle incavature praticate per ricevere gli archi dei peducci contigui. Sarebbe lo stesso circa ai maschi mobili che potrebbero rompersi per effetto di un movimento nel complesso della combinazione. La difficoltà del rimpiazzo può divenire molto dannosa alla conservazione di questo monumento (2), perciò pensiamo che debba essere preferito il metodo impiegato nel ponte di Sunderland.

Ponte delle Arti.

Il primo ponte in ferro costrutto in Francia è il ponte del Louvre a Parigi, i cui progetti di M. De Cessart sono stati modificati da M. Dillon che ne ha diretto l'esecuzione. Questo

si erano messe delle traverse in croce fra le armadure in modo da formar robusti puntelli; che molte fasce di ferro battuto erano pure state messe a puntelli sugli archi superiori ed altre picciole fasce su qualche peduccio. Queste misure di precauzione parrebbero annunziare che la costruzione avesse alquanto sofferto. Lo stesso ingegnere attribuiva i movimenti che potevano essere avvenuti alla convessità sensibilissima del tavolato, accidente che tende a diminuir molto la stabilità, specialmente per un' arcata di tanta apertura.

(1) Nei ponti di Vauxhall e di Southwark, che sembrano essere gli ultimi lavori di tal genere eseguiti in Inghilterra, gli archivolti sono pieni invece d'esser voti come in questi due esempi. Da ciò risulta che gli archi offrono l'aspetto delle vôlte costrutte secondo il sistema di Filiberto Delorme. Quest' ultima disposizione parci che debba riunire in simil caso tutte le condizioni più vantaggiose per l'uso del ferro fuso.

(2) Quest' articolo è stato scritto nel 1813; abbiamo veduto poscia nelle Memorie sui lavori pubblici dell' Inghilterra, pubblicate da Dutens nel 1819, *che questo ponte alfine è caduto dopo aver subito molte infruttuose riparazioni*. L' autore delle Memorie attribuisce questa caduta all' insufficienza di una delle cosce che strisciò orizzontalmente sulla sua base senza che si osservasse disordine nelle parti. In quanto a noi saremmo portati a riconoscere in questo accidente l'effetto piuttosto che la causa della caduta del ponte. Sembraci inoltre che il fatto delle inutili riparazioni appoggi la nostra opinione, a cui su questo ci riferiremo interamente.

ponte fu terminato nel 1803, e i ferri sono stati fusi vicino a Touroude, presso Baudry e Mercier. Esso è composto di nove arcate di 59 piedi e 6 pollici ognuna (metri 19,3), in guisa che la sua lunghezza fra le cosce è 535 piedi e ⅓ (metri 173,87) sopra 30 piedi di larghezza (metri 9 e ¾).

Ogni arcata è composta di cinque armadure in ferro fuso formate con una combinazione di curve ad arco di cerchio, delle quali le une disegnano la centinatura delle arcate e le altre servono a controspingerle verso il mezzo dei fianchi, come lo indica la figura 1 della Tavola CLX. In mezzo di ciascuna pila si elevano cinque forti verghe verticali legate con fasce alle curvature degli archi.

Le curve delle arcate, che hanno sei pollici di larghezza (162 millimetri) sopra 3 pollici di spessezza (81 millim.) sono commesse nel mezzo, come vedesi nel disegno *l*.

Sopra ciascuna di tali armadure sono fissati ad eguali distanze dei regoli *a*, *b*, *c*, *d*, pure di ferro fuso, che sostengono i pezzi di legno sui quali poggiano i tavoloni che formano il pavimento del ponte.

Manca a questo ponte, benchè molto ingegnosamente combinato, per avere tutta la solidità necessaria in certi casi, una verga continua B B, per collegare la sommità degli archi, ed un' altra C C per servire di corda all' arco sopra le pile e procurargli maggior fermezza per controspingere le grandi curve, figure 2 e 3.

Le figure 3 e 4 indicano due combinazioni in forma di peducci l' una semplice e l' altra simile a quella del giardino del Re, che potrebbe sostenere il carreggio dei veicoli.

Qualche pezzo di legname è posato diagonalmente come si vede sulle piante per opporsi ai movimenti orizzontali, ma siccome i cinque pezzi verticali piantati sulle pile non sono trattenuti che da una sola traversa e da alcuni pezzi inclinati, messi soltanto nella parte inferiore, questo sistema non sembra abbastanza controspinto nel senso dell' altezza (1).

È questo il luogo di richiamare, ciò che si è detto parlando dei ponti di legname pel passaggio dei pedoni, che in certi casi sono più caricati di quelli costrutti pei veicoli.

Ponte del giardino del Re.

Questo ponte, costrutto a Parigi innanzi al giardino del Re, fu cominciato nel 1800 e terminato nel 1806 da M. Lamandé. È composto di cinque arcate di 100 piedi di corda ognuna (metri 32,36). La curvatura è un arco di cerchio il cui raggio è 130 piedi (metri 42,6), e la freccia o salita 10 piedi (metri 3,226). Il ponte è sostenuto nella sua larghezza da sette armadure distanti piedi 6 pollici 2 e 6 linee da un mezzo all' altro (metri 2,2).

L' archivolto di ciascun arco è diviso in ventuno peducci di 5 piedi di larghezza (metri 1,60) sopra 4 piedi di altezza (metri 1,30) e 2 pollici e 6 linee di spessezza (7 centimetri). Questi peducci rappresentati dalla figura 1, della Tavola CLXI, hanno la forma di un telaio a giorno, del genere di quelli del ponte di Sunderland, composto di tre archi concentrici e di pezzi verticali tendenti al centro. Nelle commettiture si sono interposte lamine di rame di circa una linea di spessezza suscettibili di comprimersi sotto la pressione e di compensare le ineguaglianze del ferro fuso (2).

(1) Poco dopo che questo ponte fu compiuto, la folla che si appoggiava ad una delle balaustrate in un giorno di festa pubblica, essendosi rapidamente portata da una testa all' altra avvenne un movimento di vibrazione pronunciatissimo che produsse la più grande inquietudine. Questo accidente portò alcune riparazioni; e di poi non si permise più il fermarsi sul ponte per godere lo spettacolo delle feste.

(2) Nel progetto adottato dapprima, i peducci erano collegati da fasce di ferro battuto, come nel ponte di Sunderland. I motivi che fecero rinunciare a questa disposizione furono: 1.° la difficoltà di accomodare le verghe di ferro battuto nelle incavature degli archi in ferro fuso, o di fare combinare i fori delle verghe di ferro con quelli fatti nel ferro fuso, il che non di meno si sarebbe potuto operare con la maggiore esattezza traforando i primi sul luogo.

2.° Il timore di diminuire la forza degli archi di ferro fuso forandoli: ma questo timore deve svanire quando si considera che le fasce di ferro battuto avrebbero raddoppiato la forza del ferro fuso.

3.° L' obbiezione fatta sull' impiego del ferro battuto col ferro fuso, a cagione della differente estensione di cui essi sono suscettibili ad un medesimo grado di calore. Abbiamo veduto nel primo libro di quale importanza poteva essere questa obbiezione.

È dunque indubitato che la vera ragione che fece decidere la questione, fu l' economia considerabile che risulta dalla soppressione d' una grande quantità di ferro battuto, o della mano d' opera pel collocamento.

Si legge nel *Trattato della costruzione dei ponti*, di M. Gauthey che l' assettamento che ha luogo immediatamente dopo il disarmamento, ha variato ne' differenti archi di 7 ad 11 millimetri, e che dopo ha aumentato successivamente sino a 54 millimetri e 1/2. Ma una parte deve essere attribuita all' effetto di qualche rottura, che dopo la costruzione di questo ponte, frequentato da pesantissimi veicoli, ha avuto luogo

*

I timpani sopra l' archivolto sono riempiuti da telai L, M, N, O, P, figura 1, formati da due archi concentrici e dei pezzi verticali perpendicolari ad essi; essi hanno le stesse dimensioni dei peducci. Questi pezzi verticali hanno il loro appoggio sull' arco di estradosso dei peducci dell' archivolto e sono commessi con loro per mezzo di cavicchie a viti e dadi in ferro battuto. Questo riempimento dei timpani diverso da quello dei ponti d' Inghilterra ha il vantaggio di essere più solido e di più facile esecuzione, essendo composto di telai come quelli dei peducci dell' archivolto. I quattro peducci che si uniscono alla chiave portano la parte del timpano superiore. Bisogna notare 1.° che gli archi del timpano sostengono una parte della pressione esercitata sul ponte, la quale si trova ripartita sopra una superficie più grande, a misura che si avvicina alle cosce ed alle pile; 2.° che il prolungamento delle commettiture dei peducci non formando che un solo corpo coll' archivolto, tende a dare maggior rigidezza e forza alle armadure ed a diminuire le vibrazioni quando passano veicoli sopra il ponte.

Le armadure sono collegate fra loro da traverse K S R, figura 6, posate perpendicolarmente alla loro direzione. Una di queste traverse corrisponde all' arco superiore dell' archivolto, e l' altra all' inferiore. La lunghezza di ogni traversa è 6 piedi (metri 1,95); il corpo o fusto è una verga quadrata di ferro fuso, grossa 2 pollici e 6 linee (7 cent.); questo fusto è terminato alle sue estremità da due braccia 5 e 6, traforate entrambe da un foro rotondo del diametro di un pollice (3 centim.). In questi fori passano cavicchie per riunire l' arco dei peducci colle traverse messe a destra ed a sinistra di ciascun' armadura interna.

Si è veduto che nel ponte di Coalbrookdale, le armadure che sono composte di tre grandi archi fusi separatamente, sono collegate da traverse messe sulle armadure e incavate negli archi; che in quello di Sunderland, le traverse hanno la forma di un tubo situato fra le armadure e portano all' estremità due braccia o talloni col mezzo de' quali sono incavicchiate coi peducci. Questa forma di tubo era stata dapprima proposta per le traverse del ponte del giardino del Re collo scopo d' ottenere maggior resistenza con una stessa quantità di materia. Ragioni d' economia hanno fatto preferire i fusti pieni.

Le arcate di questo ponte sono sostenute da cosce e pile di pietra. Non elevandosi queste ultime che fino all' origine delle curvature, esse ricevono su loro dei pezzi triangolari M K T, figura 4, di ferro fuso, formanti cuscinetti per commettersi coi primi peducci delle armadure. Questi sono i pezzi più forti che entrino nella costruzione del ponte; sono essi 10 piedi e 5 pollici di altezza (3, metri 39), sopra 9 piedi 2 pollici e 10 linee di base (metri 3); hanno essi la stessa spessezza dei peducci e sono legati da un' armadura all' altra, nel sito delle pile, con traverse e verghe di ferro fuso, posate diagonalmente, indicate dai Francesi sotto il nome di *écharpes*, grosse quanto le traverse alle quali sono commesse col mezzo di chiavi in ferro da fucina. Questi cuscinetti sono posati sopra un canale di ferro fuso E F G, figura 5, indicato sotto il nome di cuscinetto inferiore innestato nella pietra che forma il cappello del pilone e portano un' asta verticale che attraversa tre filari delle pile nelle quali è commessa. Si sono pure innestate nelle pietre delle pareti delle cosce, grandi infossature di ferro fuso chiamati cuscinetti di cosce, che ricevono i primi peducci delle arcate estreme.

Il peso totale dei pezzi in ferro fuso componenti ciascun' arcata è 353,000 libbre (173,000 chilogrammi).

Il tavolato del ponte è di legname grosso, ed è formato di grossi pezzi C D, figura 3, posati perpendicolarmente alle armadure, rico-

particolarmente nelle parti vicine alle cosce in alcune aste normali che riuniscono gli archi dei peducci. Queste aste non avendo altro oggetto che di tener fermi gli archi fra loro, e i pezzi essenziali del sistema, che sono questi archi e le traverse, non essendo stati in alcun modo alterati, tali rotture non influiscono in niente sulla solidità del ponte. Si è ristabilita la concatenazione degli archi, raddoppiando le aste rotte con fasce di ferro battuto.

Comunque sia, non è inutile dire in questo luogo che nel 1808 M. Lamandé ha presentato il progetto d' un ponte di ferro a lui chiesto pel rimpiazzo di quello della Scuola Militare, accompagnato da una Memoria il di cui capo sesto ha per oggetto di dimostrare i vantaggi che si avrebbero nel sostituire agli archi in ferro proposti, le vôlte in pietra dura, offrendo con una spesa poco maggiore pari durata, più solidità, e minori spese di manutenzione.

In conseguenza di questa Memoria fu fatto il decreto, in data del 27 luglio 1808, che ordinava la costruzione delle vôlte in pietra in sostituzione di quelle in ferro dapprima adottate. Questo ponte rappresentato dalla figura 7, Tavola CLXXXXIX, è uno de' più perfetti nel suo genere.

perte di panconi uniti. Lo spostamento e la diversione di queste travi sono ritenuto da fasce di ferro battuto M N, messe a croce di S. Andrea. Questo tavolato porta una via di ciottoli e marciapiedi in pezzi di pietra dura chiusi da un parapetto in ferro battuto, all' altezza dell'appoggio, figura 2.

La figura 7 indica una nuova disposizione per empiere coi telai le armadure, la quale ci sembra riunire ad un tempo la maggior forza e regolarità. Nulladimeno nelle arcate di una grande estensione si potrebbero fare le facce dei peducci interamente piene, il che procurerebbe ad esse l'ultimo grado di solidità a cui si possa arrivare in questo genere di costruzione.

Dei ponti sospesi.

L' esistenza dei ponti sospesi pare che sia stata ignorata dalle nazioni incivilite quanto la natura dei paesi in mezzo ai quali ebbe origine. Il ponte di Junnan-China, di cui si parla nella *China illustrata* del padre Kircher, opera pubblicata sul finire del secolo XVII, è il primo ponte di catene conosciuto in Europa (1). In seguito molti ponti sospesi sono stati osservati in altre parti dell' Asia (2); finalmente si è riconosciuto di recente che esistevano ponti di corde in alcune contrade dell' America meridionale prima dell' arrivo degli Europei (3).

Credesi che il primo ponte a catena costrutto in Europa sia quello gettato sul fiume Tees a Winch in Inghilterra per istabilire una comunicazione fra le contee di Durham e di York. Ecco la descrizione che ne dà Hutchinson nel terzo volume dell' Antichità di Durham.

« A due miglia circa da Middleton in un » luogo ove il fiume Tees si precipita di caduta » in caduta, trovasi un ponte di catene di ferro » sospeso sugli abissi e fissato alle estremità sulle » rocce. La sua altezza è circa 60 piedi; la » sua lunghezza 70, e la sua larghezza 2 piedi » circa. Si è stabilito il parapetto da una parte » sola, e sulla superficie picciole tavole fissate » colle catene pel passaggio delle persone, che » sono per la maggior parte minatori. Il viaggiatore che lo attraversa si trova sospeso so» pra orribili precipizi, e prova tutte le vibra» zioni della catena agitata dal suo movimen» to; pochi stranieri si azzardano a passarlo ». Lo stabilimento di questo ponte non risale oltre ottantotto anni.

Le prime applicazioni di questo nuovo sistema di costruzione ai ponti di pubblica utilità ebbero luogo nell'America Settentrionale. Vediamo nel *Trattato dei Ponti* di Tommaso Pope architetto di Nuova-York, pubblicato in questa città nel 1811, che otto ponti a catene sono stati stabiliti in America secondo la teoria della catenaria. L'autore ci fa conoscere ancora che il governo degli Stati-Uniti ha accordato nel 1808 una patente per lo stabilimento di un ponte sospeso, e dà la descrizione di un ponte di questa specie fatto nel 1809 sul Merrimak nel Massacchusset di una sola arcata di 240 piedi d'apertura.

Soltanto nel 1813, epoca nella quale la maggior parte degli operai del Lancashire erano senza lavoro, e gli altri non guadagnavano che debolissime giornate, si manifestò in Inghilterra l' idea d'imprese di simil genere. Il primo gran ponte sospeso è quello che fu gettato sul Tweed a Norham-Fort, a cinque miglia da Berwick, per unire l'Inghilterra alla Scozia. La maggior parte dei progetti formati dopo, non offrono che copie difettose o pericolose del ponte di Tweed o dell' Unione; e perciò l' abbiamo scelto per far conoscere il meccanismo di queste costruzioni.

Ponte a catena dell' Unione.

Questo progetto così ardito, rappresentato dalla figura 1, Tavola CLXII, è stato eseguito dal capitano Samuele Brown della reale marina, al quale l' Inghilterra deve l' uso delle corde di

(1) Dobbiamo rilevare qui l' errore nel quale ci sembra essere caduto M. S. Ware ingegnere inglese nel suo *Trattato dei ponti sospesi*, mettendo i ponti di legno del Tirolo di cui si è parlato nel Libro VIII Capo XXIII *dell' Architettura universale di Scamozzi* nel numero dei ponti sospesi. In fatti vediamo che questo ingegnere ha attaccato alla parola italiana *catena* l' idea ordinaria della catena, mentre che Scamozzi dà chiaramente ad intendere quello che vuole esprimere con essa al Capo XXII, *della concatenazione del coperto*, nel quale si parla delle *catene e coperti alla Scamoziana*. L' interpretazione di questa parola nel senso d' *armadura* che noi abbiamo dato al V Libro Tomo III, pagine 110 e seguenti, acquista ancora maggior verisimiglianza quando si consideri che due dei ponti disegnati da M. Samuele Ware, come costrutti in catene, quello di Beraun in Boemia, o quello di Norimberga in Franconia, erano ponti coperti.

(2) *Vedi i viaggi di Frezier al mare del sud*, nel 1812, 13 e 14. — *le Vedute dell' Indostan*, di Daniel n.° 23, 4.ª serie; *il Tibet* di Turner; — *i viaggi di Frezier alle catene dell' Imalia ed alle sorgenti del Gange e dello Jumna.*

(3) Vedi l' opera intitolata: *Vedute delle Cordeliere e monumenti dei popoli indigeni dell' America meridionale*, di M. Alessandro di Humboldt, Tavola 33.

ferro ora adottate nella marina reale e nella mercantile (1).

Il tavolato è sospeso alle catene con aste rotonde di ferro di metri 0,025 di diametro, ritenute alla estremità superiore in certi cappelli di ferro fuso, figure 8, 9 e 10. Il ferro diviene quadrato, aumenta di grossezza a tale estremità, in forma di coda di rondine, e penetra in un'apertura praticata nel cappello, nella quale la testa dell' asta entra dal basso all' alto, ed ove si mette in seguito una picciola bietta di ferro che termina di empierla ed impedisce che la sua asta possa discendere. La forma del cappello che sta sopra alle catene è piuttosto complicata, poichè questo cappello è nello stesso tempo destinato a ricevere le teste delle aste ed a contenere, facendo le funzioni di traverse, le situazioni rispettive dei pezzi di catene su i quali riposa. Perciò al di sotto vi sono delle appendici che penetrano negl' intervalli di questi pezzi. La figura 8 ed il lato destro della figura 9 rappresentano l' elevazione laterale e la pianta delle catene portanti il cappello. La figura 8 ed il lato destro della figura 9 rappresentano l' elevazione laterale e la pianta delle commessure delle catene portanti il cappello. Il lato sinistro della figura 9 è la pianta della commessura, supponendo tolto il cappello. Il lato destro della figura 10 è una sezione transversale fatta innanzi una commessura, e il lato sinistro della stessa figura una sezione transversale fatta nel mezzo. I tratti verticali distinguono le sezioni fatte nel ferro fuso.

Le estremità inferiori delle aste di sospensione, fatte di ferro più forte della grossezza di metri 0,032, terminano a forchette, figura 6; esse abbracciano una verga di ferro piano posata in coltello, di metri 0,076 di altezza, che corre in tutta l' estensione del ponte e sulla quale poggiano le travi del tavolato. Si vede nella figura 7 le congiunzioni dalle quali è questa verga composta. Il tavolato è dunque interamente sostenuto su due armadure distanti una dall' altra metri 5,49.

Le catene erano in numero di dodici appaiate e situate a ciascun lato del ponte su tre ordini situati in uno stesso piano verticalo e distanti circa 5 centimetri. Queste catene, come pure tutte le altre parti di ferro battuto in questa costruzione, sono fatte col ferro migliore del paese di Galles. Le verghe di cui sono composte sono di ferro rotondo del diametro di 0,051 (2). I catenoni hanno metri 4,45 di lunghezza misurati fra il mezzo delle congiunzioni ed hanno alla loro estremità occhi fortemente saldati. Questi catenoni sono commessi col mezzo di anelli di ferro quadrati di metri 0,31 di grossezza, e di cavicchie passate negli occhi e negli anelli di forma ovale, il cui diametro orizzontale è di metri 0,068 ed il diametro verticale di metri 0, 057. Queste cavicchie hanno ad una estremità una testa, ed all' altra una chiavetta con una girella. I nodi delle catene caricate dei cappelli che portano le aste di sospensione, sono disposti di modo che queste aste sono alternativamente sospese ai tre ordini di catene, poichè la prima asta è attaccata all' ordine inferiore, la seconda a quello di mezzo, la terza al superiore, e così di seguito. Risulta da questa disposizione, che tutte le catene sopportano un eguale sforzo, e che non tendono punto ad essere piegate, ma sono unicamente sollecitate nel senso della loro lunghezza. L' intervallo delle aste di sospensione è, al mezzo del ponte, il terzo della lunghezza dei catenoni, cioè metri 1,52. Questo intervallo diminuisce un poco avvicinandosi alle cosce, in ragione dell' inclinazione delle catene.

Quantunque la lunghezza del tavolato sia solamente di 110 metri, la distanza fra i punti dei pilastri dove terminano le catene è di metri 131,7. La freccia della curva è di circa 8 metri. Le sei catene principali, con il loro apparecchio, pesano circa 5 tonnellate (5080 chilogrammi) ciascuna, e il peso del ponte intero, fra i punti di sospensione, è stato stimato 100 tonnellate (101600 chilogrammi).

Nella riva sinistra del fiume, dalla parte della Scozia, le catene passano sopra un pilastro di fabbrica avente 18 metri d' altezza e 10 metri di larghezza, e metri 6, 5 di spessezza al livello del tavolato. La larghezza dell' arcata aperta in questo pilastro, che serve

(1) La descrizione che segue è stata data da M. Stevenson, nel n.° X dell' *Edimburg Philosophical journal*. Noi seguiamo la traduzione di M. Navier ingegnere in capo al corpo reale dei ponti e strade, nella sua Memoria sui ponti sospesi, Parigi 1823.

(2) Il perfezionamento poscia apportato nella costruzione dell' imbarco della Trinità stabilito dallo stesso autore, ci sembra meritare un' attenzione particolare; esso consiste nell' impiegare forti verghe sopra i punti di sospensione ove lo sforzo è più grande, e a diminuirle verso il centro ove è minore, ma senza astenersi tuttavia dal dare esattamente alle verghe, situate in ciascuna parte della curva, una grossezza proporzionata allo sforzo che sostengono, il che sarebbe stato preferibile.

d'ingresso al ponte, è di metri 3,66. Ciascun paio di catene passa per attraverso delle fenditure corrispondenti praticate nella fabbrica a metri 0,6 d'intervallo le une sopra le altre, e posano sopra cilindri murati nella pietra; i catenoni sono fatti, in questa parte di catena, brevi quanto è stato possibile, affinch'essi possano appoggiarsi sopra i cilindri senza che il ferro sia esposto ad essere piegato. Dopo avere attraversato il pilastro, le catene sono prolungate verso il suolo in una direzione inclinata, penetrandovi fino alla profondità di metri 7,3, ed attraversano alle estremità grandi piastre in ferro fuso, alle quali esse sono fissate da una forte cavicchia ovale di metri 0,076 sopra metri 0,088 di grossezza. Queste piastre hanno metri 1,83 di lunghezza e metri 1,52 di larghezza; la spessezza è al centro metri 0,127, e si riduce verso i margini a metri 0,064. Le estremità delle catene, così fissate, sono caricate di pietre dure e di altri materiali fino al livello della strada. Si vede comparire alla superficie del suolo una fabbrica grossa in pietre secche, e non vi ha nulla per garantire la parte inferiore delle catene.

Sulla riva del Tweed dalla parte d'Inghilterra, il pilone di fabbrica sopra al quale poggiano le catene, è stabilito in una escavazione fatta in una roccia scoscesa, formata da un'arenaria tenera, leggermente colorita in rossiccio. I piloni sono costruiti con una pietra della stessa natura, ma della migliore qualità. L'altezza del pilone della riva destra è circa 6 metri, e la figura è somigliante a quella della parte superiore dell'altro elevato sopra la riva opposta. Si è costrutto innanzi alla base un fabbricato ornato d'un picciolo portico che serve di alloggio all'esattore del pedaggio. Le catene si appoggiano su piastre di ferro fuso, incastrate nella fabbrica, e non sopra cilindri come dalla parte opposta. Le grandi piastre in ferro fuso, fissate all'estremità delle catene, sono delle stesse dimensioni di quelle descritte qui di sopra; ma in vece di essere, come queste ultime, infossate nel suolo, sono piuttosto situate sopra alla fondazione del pilone, dove sono posate quasi verticalmente, ed in una direzione corrispondente a quella dello sforzo apparente dalla tensione proveniente dal peso del ponte. Per maggior sicurezza, queste piastre poggiano contro un arco orizzontale in fabbrica, incastrato a coda di rondine nella roccia. M. Stevenson, dando queste ultime particolarità, osserva che questa parte della costruzione non era finita nella visita fatta all'epoca dell'apertura del ponte: essa è al presente quasi del tutto nascosta, e si possono vedere solamente, dalla cornice del pilone, le verghe delle catene curvarsi leggermente penetrando nella fabbrica.

M. Stevenson rende conto nella maniera seguente della forza delle catene del ponte dell'Unione, paragonata al carico che esse sono esposte a sostenere. Dopo aver citate le esperienze fatte negli stabilimenti per la fabbrica dei cavi dei signori Brunton e Brown a Londra, dalle quali risulta che una verga avente circa 2 pollici di diametro, esige, per esser rotta, uno sforzo di 92 tonnellate (46 chilogrammi per millimetro quadrato) esso osserva che il calcolo della solidità d'una costruzione di questo genere deve essere stabilito in casi estremi, come quello ove il tavolato fosse carico d'una folla di persone oppure da una truppa di bestiame. Il primo gli sembra il più dannoso, mentre nel medesimo tempo che esso produce il più grande carico, una superficie data, occupata da uomini serrati gli uni contro gli altri, è più caricata che la stessa superficie occupata da bestiame nel rapporto di 9 a 7; è altronde più facile di regolare la marcia di un armento che quella d'una folla di popolo, attirata da qualche motivo d'interesse. Un esempio osservabile della difficoltà di contenere la folla si è presentato nell'apertura del ponte dell'Unione nel 1820. Gli spettatori avendo rotte tutte le barriere ed essendosi precipitati sul ponte, si giudicò essersi trovate 700 persone ad un tempo sul tavolato del ponte. Valutando il peso di ciascheduna 150 libbre (chilogrammi 68) si avranno 47 tonnellate; e siccome il peso del ponte fra i ponti di sospensione è stimato 100 tonnellate, le catene sostenevano allora un carico di 147 tonnellate. L'inclinazione delle catene sull'orizzonte essendo 12° circa, questo carico produceva una tensione di 870 tonnellate, mentre le dodici verghe di 2 pollici di diametro ognuna, non avrebbero potuto rompersi che per una tensione di $12 \times 92 = 1104$ tonnellate (1).

(1) Giova osservare che il carico si elevava in tal luogo fino al terzo circa della potenza sotto la quale le catene si sarebbero rotte. Altronde questo termine è quello che adottano quasi tutti gl'ingegneri. Nondimeno, siccome si deve considerare che *la pressione di un ponte sospeso è viva mentre quella d'un ponte fermo è morta*, pensiamo con S. Ware che poichè nei casi ordinari non si ammette nella pratica che il quarto del-

OSSERVAZIONI.

Non si potrebbe dubitare che i ponti sospesi possano presentare in certi casi molti vantaggi sui ponti ordinari (1). Al grado cui sono pervenute ai nostri giorni la conoscenze teoriche e pratiche questo nuovo sistema di costruzione non poteva a meno di giugnere prontamente al grado di perfezione di cui era suscettibile. In generale si appartiene alla scienza rischiarare le quistioni relative all' arte di edificare; e dopo ch' essa ha percorso speculativamente i risultamenti di diverse combinazioni sino negli ultimi termini del possibile, e per così dire, affrettato il giudizio dell' esperienza, il parallelo può stabilirsi fra i nuovi metodi e quelli di cui l' arte era in possesso da tanti secoli. Tuttavolta in questo stato di cose, soltanto dopo aver profondamente studiate queste materie, si può sperare di salire alle alte considerazioni sulle quali deve appoggiarsi la soluzione che si propose.

Le osservazioni che noi dovremmo fare sopra i ponti sospesi non potrebbero che offrire la più grande conformità con le conclusioni alle quali si è fermato M. J. Cordier, ispettore di divisione nel corpo reale dei Ponti e Strade, in seguito del lavoro che su tale argomento ha intrapreso. Prevenuto sopra molti punti da questo dotto ingegnere, a noi è sembrato difficile aggiugnere cosa alcuna agli sviluppamenti che ha dato a quelli sopra ai quali ci siamo incontrati; perciò abbiamo creduto doverci limitare ad offrire le sue proprie espressioni alle meditazioni di tutti i costruttori.

« I ponti sospesi considerati come opere » pubbliche, » dico M. Cordier (2) « non po» tranno essere preferiti ai ponti in pietra, » oppure in legno che in ragione 1.° della » novità delle costruzioni; 2.° della vinta dif» ficoltà; 3.° del carattere monumentale; » 4.° della loro solidità e della loro durata; » 5.° infine della economia nella spesa.

» 1.° Noi vediamo che i popoli delle Indie » Orientali e Occidentali si servono da un tem» po immemorabile dei ponti sospesi; che se » ne fece uso in Europa ad epoche rimote, » in Italia, in Francia ed in Inghilterra; che » i Francesi li hanno impiegati nello guerre » antiche e moderne; che se ne contano mol» ti in America ed in Allemagna, ecc. sia in » funi, sia in pezzi di legno (3) oppure in » catene di ferro. Queste costruzioni non han» no dunque il merito di una scoperta o della » novità.

» 2.° Al progresso delle scienze non bisogna » attribuire l'applicazione recente dei ponti so» spesi e la perfezione dell' esecuzione che vi » si osserva, poichè gli uomini di genio, che » hanno costrutto gli esistenti, non hanno fat» to uso che degli elementi di geometria e di » statica per calcolare le dimensioni dei pezzi; » e determinare con precisione tutte le parti» colarità di queste opere, poichè è riconosciu» to che essi non si sono occupati dello studio » delle matematiche superiori.

» L' abbondanza e il basso prezzo del ferro » in Inghilterra ed in America, il perfeziona» mento del torchio idraulico, macchina am» mirabile e d'invenzione francese, ci sembra» no le principali ed uniche cause delle nuove » intraprese di questo genere. Il progetto d'un » ponte sospeso, sia pur formato dall'ingegne» re il più abile ed esercitato, ed eseguito » dagli operai i più esperimentati ed i più ca» paci, non offrirebbe alcuna guarentigia del» la sua solidità, se tutti i pezzi di ferro non » fossero stati provati insieme e separatamente, » con una attenzione scrupolosa.

» La tenacità del ferro è più difficile a di» mostrare alla vista che quella del legno; essa » è assai più variabile, perchè dipende dalla » natura della miniera, del combustibile e dei » modi di fabbricazione. Non si può dunque » esimersi dal provare le catene, le cavicchie » e le aste, poichè i difetti di qualche pezzo » importerebbero la caduta dell' edificio. Ma » bisognava disporre d' una macchina semplice » e potente, che permettesse di fare queste

la forza dei materiali, a più forte ragione non si deve andar più oltre nell' impiegarli straordinariamente in opere così ardite ed importanti.

(1) I ponti sospesi hanno specialmente il vantaggio di far risparmiare le enormi spese che nelle antiche costruzioni assorbivano le centinature. Si commettono o si dispongono le funi sopra una delle rive; si dispongono de' battelli secondo la direzione del ponte e sovra essi si fanno scorrere le funi; si attacca con facilità uno degli estremi, e col mezzo dell' argano si conduce l' altra estremità al secondo punto d' attaccatura. La prima curva stabilita serve come palco alle altre che si conducono a sito col sussidio di taglie e di argani.

(2) Saggi sulla costruzione delle strade, dei ponti sospesi, delle barriere ecc. — Lilla, coi tipi di Reboux-Leroy, 1823.

(3) M. Cordier sembra manifestare in questo luogo l' opinione stessa di S. Ware circa i ponti sospesi del Tirolo. Vedi la nota a piè della pagina 87.

» esperienze in poco tempo ed a poca spesa.
» Il torchio idraulico ha riunito questi vantaggi
» e pare ben preferibile ad un sistema di leve,
» essendo l'azione del torchio lenta, regolare,
» graduata a piacere e quasi insensibile.

» 3.° Un ponte sospeso non può essere con-
» siderato come monumentale; si esige da un
» monumento di architettura che possa sfidare
» l'azione dei secoli e gli sforzi delle genera-
» zioni; che resista colla sua massa e col suo
» volume, e che la materia non possa tentare
» l'avidità d'una truppa nemica.

» Il popolo più devastatore rispetterebbe le
» piramidi d'Egitto, i canali ed altre opere
» stabilite con grandi spese, perchè fa d'uopo
» perdere, distruggendole, quasi tutto il la-
» voro impiegato a costruirle. Così più i ma-
» teriali di una costruzione sono comuni e di
» meno valore, più essi sono voluminosi per
» una somma data, e più il monumento ha
» probabilità di durata, se gli elementi resisto-
» no all'acqua, al ghiaccio ed al fuoco. I se-
» coli passano sopra ai monticelli di pietra e di
» terra, elevati dagli eserciti, senza che la
» loro massa sia alterata dal tempo, oppure
» interamente distrutta dallo sforzo degli uomi-
» ni. Il viaggiatore ritrova con facilità nelle
» Alpi, le vestigia delle vie romane, e nelle
» Gallie le reliquie dei ponti in pietra, degli
» acquidotti, dei campi di Cesare, abbando-
» nati dopo tanti secoli; puossi ancora ricono-
» scerne e studiarne le disposizioni, ed ammi-
» rare questi monumenti eterni dell'arte dell'in-
» gegnere civile e militare ad epoche così ri-
» mote.

» Il ferro nel continente è ancora un metallo
» raro e prezioso; non puossi come in Inghil-
» terra, farne dei muri estesi, tetti, strade,
» prodigalizzarlo nei lavori campestri, e abban-
» donarlo lontano dalle abitazioni. Sovente si
» ruba anche vicino alle città il ferro da fu-
» cina e il ferro fuso delle costruzioni pubbli-
» che e privale; il valore e l'utilità di queste
» materie tentano la miseria, e la facilità di
» venderle incoraggia ai delitti. Un ponte a ca-
» tene, situato isolatamente sopra una grande
» via, in una città stessa, sarebbe ben pre-
» sto danneggiato se non fosse sorvegliato; esso
» cadrebbe in forza della sottrazione dei chio-
» di, delle cavicchie ed altri pezzi che si possono
» staccare con facilità. Se i ponti delle contrade
» che furono recentemente il teatro della guer-
» ra fossero stati di catene, siccome nei ri-
» schi alternativi delle battaglie li hanno ta-
» gliati quasi tutti, anche quelli in pietra,
» è probabile che non resterebbe alcun vesti-
» gio di queste opere, distrutte dietro un ordine
» e rubate a pezzo a pezzo in pochi giorni.
» Noi abbiamo veduto recentemente dei corpi
» nemici strappare e portar via le balaustrate
» ed anche le ferramenta degli edifici pub-
» blici.

» 4.° Un ponte sospeso a catene è solidis-
» simo in questo senso, che può portare tanti
» uomini, animali e veicoli carichi quanti può
» contenerne il suo pavimento: ma chi ose-
» rebbe guarantire l'effetto della caduta di
» un carro caricato di pietra di taglio, da
» 5 o 6 piedi di altezza sopra il tavolato?
» Non è probabile che le catene, le aste di
» sospensione o il tavolato allora si rompano
» e le pietre trascinino una parte del ponte
» oppure vi passino per a traverso? *Il passag-*
» *gio d'una mandra di bovi sopra un ponte*
» *a catene degli Stati Uniti, la vibrazione*
» *prodotta da tre persone sopra un ponte in-*
» *glese, e un colpo di vento, hanno bastato*
» *per distruggere le prime costruzioni di que-*
» *sto genere.*

» Il tavolato dei ponti sospesi è formato di
» travi e di assi esposti alla pioggia e di poca
» durata. Se queste travi, in parte infracidite,
» che sono sostenute solamente alla loro estre-
» mità, cadessero sotto un forte peso, i vei-
» coli ed i passeggeri sarebbero precipitati nel
» torrente, perchè non esiste verun pezzo dop-
» pio e solido per prevenire questa disgrazia.

» Uomini mal intenzionati possono, in qualche
» ora o in qualche momento, distruggere l'opera
» la più considerabile di questo genere, segando
» a metà qualche trave, o limando qualche pezzo
» di ferro, o introducendo un fuoco artificiale fra
» le commessure: non è così d'un ponte in pie-
» tre e nemmeno in legno; travi vicine e grosse
» diminuiscono la lunghezza dei panconi, au-
» mentandone la forza, e permettono di rico-
» prire il passaggio con una strada pavimen-
» tata o in ciottoli, che non si può danneg-
» giare in pochi istanti; le alterazioni del
» tempo si manifestano molto prima, e gli
» sforzi di alcuni uomini sarebbero impoten-
» ti, nè si danno esempi della caduta subi-
» tanea ed inattesa di simili costruzioni.

» 5.° Le considerazioni precedenti avrebbero
» senza dubbio poco valore se i ponti sospesi
» costassero molto meno nella costruzione di
» quelli in pietra o in legno; ma i calcoli
» più semplici stabiliti secondo i prezzi dei
» materiali, contengono la prova dell'asser-
» zione contraria.

» Dietro un gran numero d'esperienze si
» valuta la forza d'una verga di ferro tirata

» nel senso della lunghezza a chilogrammi 39,50 » ogni millimetro quadrato, e quella d' un » pezzo di legno d' abete nel medesimo senso, » a chilogrammi 7,90, pure per millimetro » quadrato; ma il peso specifico del ferro io » verghe è di 7 chilogrammi 688, e quella » del legno d'abete giallo di 0,657; quello » dell'acqua ad una temperatura di 10° essendo » 1, il rapporto della forza del legno » d' abete a quello del ferro per uno » stesso volume è di 1 a 5, e quello del » loro peso è di 1 a 11,85; il rapporto » della forza di due pezzi dello stesso peso, » l' uno in abete e l' altro io ferro tirato » nello stesso senso e per la loro lunghezza, » è dunque di 2,37 a 1.

» Ma in Francia si paga dieci volte più 50 chi» logrammi di ferro che 50 chilogrammi di le» gno grosso; per cooseguenza, se due pezzi » di legno e di ferro costano lo stesso, il pezzo » di legoo rappresenta una forza di 23,70, o » quasi di 24 volte più grande che quella del » pezzo di ferro. Non si possono dunque prefe» rire in Francia i ponti in ferro ai ponti » io legno relativamente all' ecooomia.

» Il ferro ha senza dubbio delle qualità » superiori a quelle del legno; il fuoco, » l' aria, l' acqua non alterano che debol» mente le forti verghe; ma si sa preserva» re, per secoli, il legname dei ponti e » quello degli edificî guarantendoli dall' umi» dità. Esistono armadure di chiesa e di » ponti coperti in legno, i di cui pezzi prin» cipali vantano molti secoli.

» Ammettiamo oondimeno che la durata di » un ponte in catene sia dieci volte quella » d' un ponte in legno, vi sarebbe ancora » economia a scegliere quest' ultimo modo di » costruzione; si troverà dopo cento anni, » calcolando gli ioteressi dei fondi impiegati, » che on ponte in legno, sovente rinnovato, » sarebbe costato molto meno che quello in » ferro.

» Noi abbiamo un termine di comparazio» ne che servirà a stabilire la differenza di » questi due sistemi.

» Il ponte sopra lo stretto di Menai (1), » d' una sola arcata, ha circa 165 metri di » apertura fra le cosce. Lo sbarco del ponte » di Maison sopra la Senna costrutto io le» gno coo pile in pietra è di 165 metri.

» La spesa del ponte di Menai è stata va» lutata a 1,500,000 franchi; ma si porta noo» dimeoo in ragione degli aumenti a 2,000,000; » togliendo da questa somma 1,100,000 di » franchi per le costruziooi delle fabbriche, » delle teste, e di tutte quelle estraordinarie » spese prodotte dall' innalzamento del poote, » dalle difficoltà dell' impresa, restano 900,000 » franchi; ma il ferro fuso ed il ferro battuto » costaoo in Francia tre volte più che io Inghil» terra, si può dunque calcolare che la spesa d'un » ponte simile sulla Senna sarebbe almeno il » doppio, oppure 1,800,000 franchi: un ponte » in legno sulla Senna, con le cosce e pile » di pietra di taglio, non costerebbe più di » 450,000 franchi, cioè quattro volte meno » che un ponte in ferro d' una sola arcata.

» La differenza dei prezzi di queste due » opere essendo di 1,350,000 franchi, l' in» teresse al 6 per 100 è di 81,000 franchi, » cioè che a ciascun periodo di cinque an» oate si potrebbe cogl' interessi della somma » risparmiata costruire un ponte in legno cou » pile e cosce di fabbrica, della stessa dimeo» sione di quella d' una sola arcata in catene. » La solidità in questi due casi è supposta la » stessa, e calcolata per ammettere il passag» gio d' una doppia fila di veicoli caricati.

» Se ooi paragonassimo on ponte di catene » ad un ponte coperto in legname, i risulta» menti sarebbero più favorevoli ancora per » quest' ultimo sistema, perchè, la durata es» sendo piò grande, la spesa, dopo un lungo » termine, sarà molto minore. Altronde un » ponte coperto è esposto a meno accidenti che » un ponte di catene, e costa molto meno di » manutenzione. »

L' autore giustifica poi cogli esempi l' opinione, che i vaotaggi attribuiti ai grandi ponti sospesi sono più apparenti che reali, e che ad eccezione di alcune località e casi particolari, i ponti in legno ed anche in pietra presentano maggiori caratteri di solidità, di durata e di ecooomia.

(1) Progetto di un ponte sospeso presentato ... :ai fra l' Inghilterra e l' isola d' Anglesea.

CAPO SECONDO

DELLE CUPOLE

Parlando dei solai compresi fra superficie rette ed orizzontali, noi abbiamo fatto vedere che la combinazione più semplice e più solida delle armadure che debbono formarle, è quella di fortificarle con archi di cerchio interni, trattenuti da piccioli travettini e da verghe che impediscono agli archi di raddrizzarsi.

Le vôlte che hanno la curvatura apparente di dentro e di fuori possono pure formarsi con armadure composte di segmenti di cerchio che si collegano fra loro, come lo indicano le figure 17, 19 e 21 della Tavola CLII.

Se le vôlte debbono formar tavolato al di sopra, le parti comprese fra la curva della centina ed il suolo orizzontale forniscono un mezzo di renderle estremamente solide, come abbiamo indicato nelle figure 18, 20 e 22 della suddetta Tavola. È lo stesso delle armadure per formare i tetti, indicate dalle figure della Tavola CLIII; ma è essenziale osservare che, quando si tratta di vôlte a botte di un grandissimo diametro, comprese fra due superficie curve apparenti, occorrono precauzioni particolari per impedir loro di spignere i muri, cangiando di forma per l'effetto del loro peso e della loro elasticità e delle variazioni di temperatura alle quali esse possono essere esposte.

Quando la pianta del sito da *voltare* è quadrata, o che ne differisce poco, fa d'uopo preferire la forma delle vôlte a schifo a quella delle vôlte a botte, perchè nelle prime, gli sforzi delle porzioni che si riuniscono per formare gli angoli si distruggono in gran parte.

Il sistema più vantaggioso delle vôlte per coprire un grande spazio, è quello delle vôlte sferiche, perchè le possono essere trattenute in tutti i punti da cerchi orizzontali che loro impediscono di agire e di cangiare forma. Nullameno fa d'uopo considerare che, se queste vôlte debbono essere esposte immediatamente alle intemperie dell'aria, saranno suscettibili di sentire, pei differenti gradi di temperatura, gli effetti alternativi di dilatazione e di condensazione, che finiranno col diminuire di molto la forza di unione delle loro commessure. Questi effetti diverrebbero tanto più pericolosi, quanto maggiore sarà il diametro delle vôlte, a cagione del maggior peso messo in movimento.

Per prevenire tali inconvenienti, fa d'uopo evitare di coprire queste vôlte con materie metalliche troppo sottili, che, in luogo di preservarle da questi effetti, li aumentano. Per questa ragione appunto, nel progetto della cupola in ferro per me proposta nel 1803 pella corte del mercato delle biade a Parigi, la copertura doveva essere in tegole piatte verniciate, che avrebbero meglio guarantite le armadure componenti la vôlta in ferro e le sue commessure, che non una copertura metallica soggetta a molte variazioni. In quanto all'obbiezione che qualche persona mi ha fatta relativamente al peso, io ho osservato, dietro i principi sui quali si stabilisce la vera teorica della costruzione, che, in questo caso, il peso della superficie che serve di copertura alla vôlta non può che contribuire alla sua solidità, quando si trova in un rapporto convenevole con gli sforzi che tendono a far gonfiare i fianchi.

La figura 1 della Tavola CLXIII indica la proiezione in pianta di un quarto di questa cu-

pola, ed il compartimento che dovevano formare le combinazioni delle armadure verticali con i cerchi orizzontali.

La figura 2 indica la veduta interna di questo quarto in elevazione con la lanterna che doveva terminare la cupola.

Le figure 3, 4, 5 e 6 rappresentano la pianta, le elevazioni all' interno ed all' esterno, ed il profilo del compartimento, per un elemento della cupola sopra una scala maggiore.

La figura 5 fa vedere la disposizione delle tegole, il telaio di ferro che doveva sostenerle, e la combinazione delle curve verticali ed orizzontali che dovevano formare la vòlta.

Le curve o armadure dovevano essere composte di parti di ferro battuto, accomodate in modo di formare la vòlta per filari orizzontali, comprendendo in altezza un cassone quadrato ed un quadro, in guisa che la posatura poteva farsi senza aver bisogno di legname che salisse dal fondo, ma soltanto di alcuni palchi leggieri, il primo de' quali avrebbe poggiato sulla cornice, e gli altri sarebbero stati sostenuti da ciascun filare inferiore terminato, affine di posare ed accomodare i pezzi di quello di sopra.

Lo scopo ch'io mi sono proposto nella combinazione delle parti di questo progetto di cupola, è stato di formare una superficie ferma e continua, capace di resistere in tutti i sensi ai meggiori sforzi che dovrebbe sostenere, e di procurare una solidità ed una durata eguale a quelle del rimanente dell' edificio. Quindi per dare a questa superficie la fermezza e continuità conveniente, riempiva internamente i voti dei compartimenti formati dall' incrociamento delle curve verticali ed orizzontali, con piastre di ferro fuso di un mezzo pollice circa di spessezza, suscettibili per la loro fermezza di resistere a tutti gli sforzi della pressione; queste curve, essendo in ferro battuto, la di cui proprietà è di resistere agli sforzi della tensione, avrebbero servito a riunire tutte le parti di questa cupola in guisa da formare un corpo continuo, incompressibile e indissolubile.

Io mi sono proposto di non impiegare, per le commessure di tutte le parti di questa cupola, che metodi semplici, capaci di prestarsi senza inconveniente a tutti gli effetti che producono sulle materie metalliche i differenti gradi di temperatura ai quali essi devono essere esposti, ed a poter rimpiazzare facilmente i pezzi che accidenti straordinari avessero potuto danneggiare.

La cupola di ferro eseguitasi non è quella che propose da prima Belanger con finestre tutt' all' intorno in forma di abbaini; sembra essa stata modificata in parte secondo il progetto per me pubblicato (1). Questa cupola di cui la Tavola CLXIV fa conoscere il sistema di costruzione, differisce da quella che aveva proposto nell' avere invece di un doppio scompartimento di cassettoni con quadri onde io decorava la superficie interna, semplici cassettoni incavati per la grossezza delle curve verticali e delle traverse che le uniscono. Questa combinazione è riunita da una leggiera maglia di ferro, che serve a sostenere le sottilissime foglie di rame formanti la copertura.

Tutte le parti di questa cupola di cui ho seguìto l'esecuzione come ispettore generale sono state fatte e adattate con diligenza e precisione tali da meritare i più grandi elogi, dietro i disegni e sotto la direzione di Belanger architetto, e di Brunet, controllore.

(1) Memoria sulla ricostruzione della cupola del Mercato de' grani di Parigi, contenente:

1.° Una descrizione di questo monumento; 2.° Osservazioni sulle grandi vòlte di questo genere; 3.° Sulle materie più proprie alla costruzione di esse; 4.° Sul peso, sulla grossezza e spinta di esse; 5.° Sulle particolarità dei metodi per eseguire solidamente questa cupola ed altre grandi vòlte di questo genere in quattro maniere diverse; cioè in pietre di taglia in mattoni in legno ed in ferro; 6.° Una comparazione di queste diverse costruzioni e la stima della spesa che ciascuna potrebbe importare.

Un volume in 4.° con tre tavole; presso l' autore. Parigi 1803.

LIBRO OTTAVO

COPERTURA



SEZIONE PRIMA

DISPOSIZIONE DEI MATERIALI FATTI ESPRESSAMENTE PER COPRIRE GLI EDIFICI



CAPO PRIMO

DELL' INCLINAZIONE DEI TETTI

Si può dire in generale che la inclinazione dei tetti è fino ad un certo punto arbitraria, e che il gusto soltanto può essere in diritto di determinarla ogniqualvolta le imperfezioni della materia onde si deve fare la copertura non vi frapponga ostacoli. Siccome i tetti sono destinati a preservare i monumenti da una rapida distruzione, è essenziale impiegare soltanto nel comporli le più solide e durevoli materie e le meno proprie a suscitare in ogni tempo la cupidigia degli uomini. Sembra che queste gravi considerazioni dovessero imporre all'arte l' obbligo di rifiutare tutte le disposizioni che non potrebbero essere rendute reali che col metallo, e adottar quelle esclusivamente che il tempo e l' esperienza hanno appropriato alla natura della pietra e della terra cotta.

Bisogna confessare che i tetti più elevati d'Italia compiono gli edifici in modo molto più piacevole che i tetti rettangoli ed isosceli usati in Francia e nei paesi settentrionali; nondimeno, se in questi climi non si avesse riguardo che alla più grande durata delle materie che s'impiegano più comunemente per formare le coperture, egli è certo che i tetti elevati dovrebbero ottenere la preferenza.

Di tutte le materie adatte a coprire gli edifici, i metalli in lamine sono i soli che possano applicarsi e convenire egualmente a tutti i gradi d' inclinazione; riguardo alle altre, come le pietre le tegole e le ardesie, lo studio e la esperienza hanno determinato le inclinazioni che ad essi convenivano entro certi limiti dai quali la prudenza non permette di allontanarsi.

CAPO SECONDO

DELLE COPERTURE DI ASSICELLE

Noi abbiamo veduto nel quinto libro che Vitruvio sembra parlare soltanto della copertura di assicelle (*scandulis*) come di un uso straniero alla Italia. Si vede nulladimeno da un passo del XVI.° libro di Plinio, relativo alle coperture di questo genere, che per lungo tempo le case di Roma furono coperte in questa maniera: si può anche dedurre dalle istruzioni ch' egli dà sulla scelta dei legni più adattati a queste opere, ch' essi erano ancora impiegati all' epoca in cui questo autore scriveva.

(1) « Le migliori assicelle, ei dice, sono » quelle di rovere, poi quelle di faggio e de» gli altri alberi che portano ghiande. Le più » facili a farsi sono quelle degli alberi re» sinosi; ma eccetto quelle di pino non sono » di durata. Cornelio Nepote dice che fino al» la guerra di Pirro, cioè per quattrocento » settant' anni, la città di Roma non fu co» perta che di assicelle. »

Le assicelle sono piccole tavole in legno di quercia, fatte con legname da doghe o di vecchie botti, adoperate invece d' ardesie, per coprire mulini, botteguccie ed altri piccioli fabbricati.

L' assicella ha 12 a 14 pollici di lunghezza sopra 5 a 6 linee di spessezza. I conciatetti sono quelli che impiegano le assicelle e che le tagliano; essi hanno per ciò un segolo fatto espressamente. Si posa l' assicella sopra tavole congiunte e si ferma con due chiodi come le ardesie. Il conciatetti trafora le assicelle con un succhiello temendo che si fendano piantandovi chiodi. Questa specie di copertura è leggerissima e resiste meglio ai colpi di vento che l'ardesia; e però sovente si preferisce per coprire le guglie dei campanili. Per rendere questa copertura più durevole, s' intonaca di catrame o di bitume, oppure se la dipinge in nero o in rossastro ad olio. Acciocchè si conservi lungo tempo, fa d'uopo rinnovare questa pittura ogni tre o quattro anni.

(1) Scandulae e robore aptissimae, mox e glandiferis aliis, fagoque: facillimae ex omnibus quae resinam ferunt; sed minime durant, praeterquam e pino. Scandula contectam fuisse Romam, ad Pyrrhi usque bellum, annis, CCCCLXX Cornelius Nepos auctor est. — Plini, *Naturalis Historiae* Liber XVI, Cap. 10.

CAPO TERZO

DELLE COPERTURE DI TEGOLE

Plinio il naturalista attribuisce l'invenzione delle tegole a Cinira, figlio d'Agriopa, dell'Isola di Cipro; ma è probabile che gli Assirî che hanno impiegato i mattoni cotti moltissimo tempo prima dei Greci, conoscessero anche l'uso delle tegole.

Cenni sulla fabbricazione delle tegole.

Si trova di rado l'argilla propria a far da sola delle buone tegole, e si è quasi sempre costretti a mescolarvi altre terre o sabbia, a misura che sono troppo magre o troppo grasse.

Per fabbricar le tegole, fa d'uopo avere la precauzione d'estrarre l'argilla alla fine di autunno, e di stenderla sopra una grande superficie per far che passi l'inverno esposta alla pioggia, al gelo ed allo scioglimento del ghiaccio che la mescolano, per così dire, penetrando tutte le zolle, il che la rende poi più facile a bene impastarsi.

Per questa operazione si distribuisce a porzioni di poca altezza sopra un'area circolare. La si divide con la zappa, e la si netta, levandone tutte le materie eterogenee che potrebbe contenere. Quindi la si bagna e si mescola con i piedi di tratto in tratto avendo cura di mutarla di sito ciascuna volta: la esperienza indica quante fiate questa operazione deve essere ripetuta in ragione della natura dell'argilla e della mistura di essa con altre terre o colla sabbia.

Ben preparata che sia la materia, fa d'uopo comprimerla modellandola, e metterla nel forno soltanto dopo averla fatta seccare con precauzione. Il tempo necessario alla disseccazione dipende dalla forma e dalla grandezza di esse e specialmente della loro spessezza, come anche dalla stagione in cui sono state modellate le tegole.

Le tegole esigono una pasta più fina, meglio mescolata e più compressa che i mattoni.

Generalmente, al suono ed alla tessitura interna, si conosce la buona qualità della tegola; mentre il colore più o meno scuro dipende dalla qualità della terra.

Relativamente alla forma, se ne distinguono di quattro specie che sono le più usate; dalla figura 1 alla 6, Tavola CLXV.

Le tegole concave in forma di canale sono rappresentate da B; C indica le tegole a doppie curvature formanti S, o tegole fiamminghe; A, le tegole piatte a risalto, di cui si fa uso a Roma; D, le tegole piatte senza risalti ed aventi un arpione o fori per essere attaccate con chiodi (1).

(1) Nel palazzo Bourbon, si è fatto uso, per la copertura dei tetti mattonati, d'una specie di tegole piatte di ferro fuso che portano dei risalti per ricoprirsi reciprocamente nelle loro commessure sporgenti che formano delle specie di parti triangolari. Queste tegole hanno per di dietro due ramponi per stabilirsi sopra una panconcellatura come le tegole comuni. Esse si posano a filari orizzontali, e non si ricoprono che di un quinto. La loro spessezza non essendo che circa una linea e 1/2, esse non pesano più che le tegole di terra cotta, sono più durevoli e non esigono manutenzione.

Il genere di copertura più antico e più solido è quello alla romana, che è ancora in uso in Italia, e si compone di due specie di tegole, le une piatte a risalti e le altre incavate.

Per far questa specie di copertura, si cominciano a porre sopra i travicelli, lontani circa un piede da un mezzo all'altro, grandi mattoni posati piani, che vanno da un travicello all'altro, figura 1; questi mattoni chiamati a Roma *pianelle*, hanno 11 pollici e mezzo di lunghezza, 5 pollici e 10 linee di larghezza, e 13 linee di spessezza; esse sono congiunte l'una all'altra con malta. Sopra questa specie di ammattonato si posano le tegole piatte a risalti in filari secondo la inclinazione; siccome queste sono più larghe all'alto che al basso si fanno sovrapporre l'una all'altra circa 3 pollici, facendo entrare la parte inferiore di una nella parte superiore dell'altra. Allorchè si vogliono fare coperture solidissime, si posano in malta; ma ordinariamente non se ne fa uso che per le tegole inferiori.

Le tegole che formano questi filari sono distanti le une dalle altre nella loro maggior larghezza, circa un pollice. L'intervallo che lasciano fra esse è coperto da tegole concave la cui parte convessa è al di sopra, e si ricoprono le une colle altre come le sottoposte tegole piatte a risalto con le quali si ragguagliano, come si vede indicato dalle figure 1 e 2 in cui una parte fa vedere i travicelli, l'altra i mattoni o *pianelle*, i filari delle tegole piatte a risalti, e le tegole concave che ricoprono gli intervalli, chiamate *canali* (1).

La grandezza di queste tegole varia nelle differenti contrade d'Italia ove se ne fa uso; ma è fissata a Roma, ove le misure di esse sono incise nel Campidoglio sopra una tavola di marmo.

La lunghezza delle *tegole* e dei *canali* è di 15 pollici e ¼. La maggior larghezza delle *tegole* è di 12 pollici e 4 linee, e la minore di 9 pollici e 3 linee. I risalti della destra e della sinistra hanno 11 linee di altezza e 10 linee di larghezza. La spessezza della tegola, fra gli orli, è di dieci linee.

La maggiore larghezza o diametro delle tegole curve chiamate *canali* è di 8 pollici e 11 linee; la minore di 6 pollici e 6 linee sopra 8 linee e ⅔ di spessezza.

Quando tutte queste tegole sono posate in malta, esse formano coperture indistruttibili. Esiste a Roma un antichissimo tempio a vòlta, la di cui copertura in tegole è antica quanto questo tempio, conosciuto sotto il nome del tempio dell'Onore e della Virtù, attualmente la Chiesa di Sant' Urbano sopra la fontana Egeria. Il suggello impresso sopra alcune di queste tegole porta il nome dell'Imperatrice Faustina, moglie d'Antonino, ciò che fisserebbe l'epoca di questo tempio a più di sedici secoli.

Queste tegole sono della stessa forma di quelle di cui si è parlato, ma un poco più grandi. I Romani indicavano le tegole piatte a risalto sotto il nome di *tegulae hamatae*, e le tegole curve che servivano a ricoprire, sotto quello di *tegulae imbicratae* o semplicemente *imbrices*.

Io ho misurato nelle ruine delle terme di Caracalla alcune parti di coperture di questo genere in cui le tegole avevano più di 2 piedi di lunghezza sopra quasi 20 pollici di larghezza; queste parti aderenti ai muri erano ancora in buonissimo stato; le altre sono state distrutte con le vòlte che ne erano ricoperte (2).

Nelle parti meridionali della Francia ed in molti altri paesi, si fanno coperture che non sono composte che di tegole incavate, simili a quelle che gl' Italiani chiamano *canali*; la loro grandezza varia nei vari paesi. Quelle che s'impiegano più comunemente hanno di lunghezza 15 pollici; la loro larghezza, nel maggior diametro, è di 7 pollici e 6 linee, circa la metà della loro lunghezza. Il diametro dell'estremità piccola è di 5 pollici, 7 linee e ⅔; la curvatura non forma un intero mezzo cerchio, ma un arco di circa 150 gradi; la loro spessezza è di un mezzo pollice.

Per formare questa specie di copertura, fa d'uopo che l'inclinazione del tetto sia più di 26 gradi, cioè che, per un tetto a due falde come un frontispizio, l'altezza non debba essere più del quarto della sua base e della metà per una sola falda; ordinariamente si dà ad essi la proporzione del frontispizio o il quinto della base per ciascuna falda, ossia 21 gradi e 48 minuti di pendio.

Se il tetto è in legname, fa d'uopo primie-

(1) A Roma si vede qualche esempio di coperture nelle quali i *canali* sono rimpiazzati dalle *tegole* rivoltate. Questa disposizione ha il vantaggio di presentare una minor superficie ai venti, e di trasformare i tetti in specie di terrazze.

(2) A Pozzuoli si sono trovate delle tegole in marmo, di forma e dimensioni somiglianti a quelle delle terme di Caracalla.

ramente che sia coperto di tavole inchiodate sopra i travicelli; e se è di fabbrica è necessario che presenti una superficie appianata secondo una inclinazione uniforme, come quella in tavole del tetto in legname; sulla superficie del tetto così preparata, s'incomincia dal disporre in linee rette, secondo la direzione della inclinazione, due filari di tegole colla superficie concava al di sopra. Queste tegole, che sono più strette ad un'estremità che all'altra, devono ricoprirsi circa due pollici e formare due specie di canaletti continui. Siccome queste sono situate sopra il dosso, che è rotondo, per fissarle si accostano a destra ed a sinistra con picciole pietre o rottami di picciole tegole, e per impedire che le prime tegole al basso strisciso si posano in malta. Questi filari devono essere distanti l'uno dall'altra circa 1 pollice e ½ dalla parte ove le tegole sono più larghe. Questo intervallo è coperto da altre tegole, colla parte rotonda al di sopra, che si sovrappongono le une alle altre, e formano cordoni sporgenti che gettano l'acqua in quelle che formano i canali. A Lione, si chiamano *channées (grondaie)* le tegole di sotto, e *chapeaux (cappelli)* quelle di sopra. Le figure 3 e 4 indicano la disposizione di questa specie di copertura.

Quando il tetto è a due falde, si ricopre l'angolo ch'esse formano con più grandi tegole della stessa forma, che si posano in malta a sovrapposizione le une sulle altre; si formano i compluvi con queste medesime tegole posate pure in malta ed a sovrapposizione.

Allorchè si vuol rendere questa copertura solidissima, si posano tutte le tegole in malta, come io ho veduto messo in pratica in certe chiese la cui copertura, antica quanto l'edificio, si era conservata in buonissimo stato.

Coperture di tegole fiamminghe.

Queste tegole, che hanno una doppia curvatura a forma di S, sono usate in Fiandra, in Olanda ed in molte parti d'Allemagna; siccome esse portano un arpione per di dietro, possono situarsi sui tetti la cui inclinazione è più ripida, cioè dai 30 fino a 40 gradi.

Queste tegole, che hanno una parte convessa ed una concava, si ricoprono sulla loro lunghezza e sopra la loro larghezza; esse formano, come le coperture in tegole incavate, dei cordoni secondo l'inclinazione del tetto.

L'arpione o beccatello che portano per di dietro, fa ch'esse possano posarsi sopra una panconcellatura come le tegole piatte; ma, siccome esse hanno poca sovrapposizione, e sono sempre un po' storte, così hanno bisogno d'essere coperte di mastice nella loro unione perchè l'acqua non vi penetri nelle più grandi piogge. Altronde si dispongono male e presentano un effetto più spiacevole che le altre coperture in tegole incavate ordinarie. Le figure 5 e 6 presentano le particolarità delle coperture in tegole fiamminghe.

Delle coperture in tegole piatte.

Questa specie di copertura conviene meglio ai tetti che hanno molta inclinazione, che a quelli che ne hanno poca. Per questi ultimi, le coperture in tegole incavate sono preferibili, perciocchè l'acqua che si raccoglie nei filari di tegole che formano canali, ha più facilità e forza per colare, che l'acqua sparsa sopra le coperture piatte, che non hanno molta inclinazione, e che i venti, nei grandi uragani, fanno risalire fra le sovrapposizioni (1).

La minima inclinazione che si può dare a queste coperture, è di 27 gradi fino a 60.

La forma delle tegole piatte è ordinariamente rettangolare, più lunga che larga; esse portano per di dietro una specie di beccatello della stessa materia che serve ad attaccarle, e qualche volta dei fori per fissarle più solidamente con chiodi. Fa d'uopo che le tegole sieno un poco curvate sopra la loro altezza, per-

(1) Si sono fatte altre volte delle coperture in tegole dipinte e verniciate gialle e verdi che si disponevano per compartimenti in forma di mosaico, che producevano assai bell'effetto, sopra tutto quando il sole ci batteva sopra. Se ne fa ancora uso in Italia; perchè tutte le cupole del regno di Napoli sono coperte in questa maniera. Si sono trovate molte di queste tegole nella copertura dell'antica Chiesa di Santa Genoveffa distrutta da qualche anno; *esse comparivano antiche quanto l'edificio*.

A Lione, ed in molte città di Francia dove l'ardesia è rara, si fa uso di queste tegole verniciate e colorate in nero per coprire gli angoli delle pendenze dei tetti alla Mansard. *Io ho veduto in molti antichi castelli, dei padiglioni coperti in questa maniera, che esistono da molti secoli senza aver bisogno di riparazione*. Nel progetto della cupola che ho pubblicato nel 1803, per coprire il cortile del Mercato dei grani di Parigi, io avea proposto di fare uso delle tegole verniciate in colore di ardesia. Questo genere di copertura è nello stesso tempo il più solido ed il più durevole; quello che è più adatto a riparar gli edifici dalle intemperie dell'aria e dagli incendi, perchè può resistere alle burrasche, ai colpi di vento i più impetuosi ed alla violenza del fuoco.

chè si congiungano meglio inferiormente. La parte apparente scoperta deve essere in generale il terzo dell'altezza della tegola.

Le dimensioni delle tegole a Parigi sono, per il gran modello, 11 pollici e ½ di lunghezza o altezza, sopra 8 pollici e ½ di larghezza. La loro spessezza è di 7 linee, ed il loro peso è circa 4 libbre.

Per il picciolo modello, la lunghezza è di 9 pollici e ½, e la larghezza di 6 pollici e ½ sopra quasi 6 linee di spessezza; ogni cento pesano 270 libbre.

Le tegole degli asinelli, che sono incavate, hanno di lunghezza 14 pollici sopra 12 pollici di contorno o 9 pollici di diametro; a Parigi esse sono cilindriche e non si sovrappongono; questo è un cattivo metodo immaginato dai conciatetti di Parigi, che fanno pagare il gesso come la copertura; nuoce alla solidità, costa di più, ed esige maggiore manutenzione.

Perchè le tegole abbiano le proporzioni migliori possibili, fa d'uopo in generale che la loro larghezza sia i due terzi della lunghezza, e la spessezza la ventesima parte.

Per le tegole degli asinelli, la loro lunghezza dovrebbe essere eguale al contorno preso al di sopra pel ventesimo della spessezza.

Per fare una copertura in tegole piatte, non è necessario che i travicelli sieno ricoperti in tavole, basta che questi pezzi sieno ben fermati ed appianati al di sopra; allorchè non lo sono abbastanza esattamente, la prima cura dei conciatetti deve essere di ritagliare le parti troppo alte; essi hanno perciò uno stromento che chiamasi martello a taglio.

Sopra alla superficie delle piane ben raddrizzate, gli operai posano de' panconcelli cominciando dal basso; questi panconcelli sono in legno di quercia, ritagliati parallelamente alle fibre, senza nodi, e inchiodati sopra ciascuna piana. Si posano per filari orizzontali e collegati, cioè in modo che le estremità dei panconcelli non debbano trovarsi a ciascun filare sopra la stessa piana, ma sopra diverse onde meglio legarli insieme. Questa disposizione produce una grande solidità, tanto per il legname che per la copertura. La distanza dei filari dei panconcelli deve essere il terzo dell' altezza della tegola. Questi panconcelli, che si chiamano panconcelli quadrati, hanno 4 piedi di lunghezza, affine di poter essere inchiodati sopra quattro piane distanti un piede.

Un tempo questi panconcelli avevano 2 pollici di larghezza e circa 3 linee di spessezza; ma per un abuso che il Governo dovrebbe reprimere, non hanno or più che 18 a 20 linee di larghezza sopra circa una linea e ½ di spessezza; e però le coperture riescono molto meno solide e quindi meno durevoli e soggette a maggior manutenzione.

I chiodi per attaccare questi panconcelli hanno un pollice di lunghezza; se sono sottili, ne occorrono 320 per fare una libbra, ed ordinariamente 260.

I panconcelli (*lattes*) essendo posati, si incomincia la copertura dall' ordine inferiore che forma grondaia; e si può farla in tre maniere differenti; cioè *a grondaia semplice*, *a grondaia rimboccata e grondaia pendente*, figure 7, 8, 9 e 10.

1.° Quando al di sotto d'un tetto si trova una cornice con un canale destinato a ricevere le acque della copertura, quest'è il caso d'una grondaia semplice, cioè che basta far sovrapporre l' estremità del canale per lo primo ordine delle tegole.

2.° Se si trova una cornice senza canale, si forma una grondaia rimboccata; perciò, s'incomincia a posare un primo ordine di tegole in gesso o in malta sopra l'estremità della cornice, che sopravanzi al di là della cimasa circa 4 pollici; il primo ordine deve avere un poco d' inclinazione in fuori; si raddoppia il primo ordine col secondo collegato col primo il quale non avanza più del primo, che si chiama *doublis*.

Quando non si mettono che due ordini di tegole per formare la grondaia rimboccata, dicesi ch' essa è semplice; quelle che si chiamano doppie sono formate di cinque ordini di tegole, ma queste ultime sono di rado necessarie. I conciatetti dispongono qualche volta il primo ordine delle tegole diagonalmente, come l' indica la figura 11, in guisa che l' orlo forma un dentello come una sega. Si posa il secondo ordine all' ordinario, e, per far apparire questo dentello, s' imbiancano le tegole d' uno di questi ordini e si anneriscono quelle dell' altro. Questo metodo è più dispendioso, perchè esige un terzo ordine.

3.° La grondaia pendente ha luogo soltanto quando non vi ha cornice per sostenere il di sotto della copertura. Per formare questa specie di grondaia, si comincia dall' inchiodare, sulle estremità dei travicelli che debbono sporgere, 18 pollici circa al di là della parete esterna del muro di facciata, un ordine di tavole chiamate pezzi di gronde, tagliate a coltello, cioè più grosse da una parte che dall' altra, affine di procurare al primo ordine di tegole il rilievo necessario per formare la grondaia. Su questi pezzi di gronde si posa un dop-

pio ordine di tegole, come si è spiegato poc' anzi.

Formata come si deve la grondaia, si attacca sopra il primo ordine di panconcelli, sulle tegole formanti lo scolo, un filare di altre tegole che rimangono *scoperte* sulle prime; siccome esse prendono un' altra inclinazione, si è proposto di raddoppiare il di sotto di questo primo ordine con mezze tegole posate in gesso o in malta. Sopra questo primo ordine si attacca un secondo, di modo che le commessure verticali corrispondano al mezzo della larghezza delle tegole del primo ordine. Siccome gli ordini dei panconcelli non sono distanti che un terzo della lunghezza della tegola, ne risulta che la parte apparente del primo ordine, come degli altri, non è che il terzo della lunghezza della tegola; questa parte apparente è chiamata dai conciatetti francesi *pureau*.

Si continua a porre gli altri filari delle tegole andando dal basso all' alto, osservando di lasciarle scoperte egualmente e ben livellate nel di sotto, e che le commessure verticali di ciascun ordine corrispondano sempre al mezzo delle tegole di sotto fino a che si sia pervenuto alla sommità del tetto. Allorchè il tetto è a due falde, si ricopre l' angolo formato da esse alla loro riunione da un ordine di tegole curve, alle quali si dà il nome di tegole da colmello, di cui si è parlato poc' anzi, che si posa in gesso; siccome a Parigi queste tegole sono cilindriche, cioè di eguale larghezza dalle due estremità, onde non possano imboccarsi per ricoprirsi, si è obbligati di fare le commessure in gesso, ciò che non è parimente solido.

Si terminano i tetti ad una sola falda, ed i frontoni con filetti in gesso che si descrivono sotto il nome di *solins* quando essi sono isolati, e di *ruellées* quando sono lungo i muri.

Le piegature che formano le superficie dei tetti secondo la direzione dei muri si chiamano saettili o displuvi *(arêtiers)* in direzione degli angoli sporgenti, e compluvi *(noues)* nella direzione degli angoli rientranti.

Per ragguagliare questi angoli si devono tagliare le tegole diagonalmente in guisa da conservare l' arpione; oppure s' inchiodano. Siccome queste tegole tagliate non si congiungono abbastanza esattamente per impedire alle acque di penetrare, si ricoprono gli angoli sporgenti o displuvi con un filetto di gesso di circa un pollice e mezzo di larghezza, inviluppante da ciascun lato le parti tagliate.

Per gli angoli rientranti chiamati compluvi, si lascia un intervallo fra le punte tagliate che terminano le falde, e si posa nel di sotto un ordine di tegole incavate o a sovrapposizione, posate in malta o in gesso, per formare un canale nel quale una parte delle acque delle due falde si raccolgono.

Le falde delle coperture si trovano interrotte dagli abbaini di varie forme, che si descrivono sotto i nomi di abbaini *demoiselles* alla cappuccina a cavalletto fiamminghe rotonde quadrate ecc.

Questi abbaini esigono coperture differenti: gli uni sono ad una sola falda e gli altri a molte. Tutte queste coperture si eseguono come le precedenti, osservando di fare i comignoli, i compluvi e i displuvi come si è spiegato per le grandi coperture.

CAPO QUARTO

DELLA COPERTURA IN ARDESIA.

L'ardesia è una specie di pietra schistosa di cui si fa molto uso per le coperture a cagione della proprietà ch' essa ha di potersi dividere in piastre sottilissime e leggiere, d' un colore più piacevole e più uniforme che le tegole che non sono inverniciate; ma essa ha lo svantaggio d' essere meno durevole. Le ardesie si fanno attualmente così sottili che il minimo colpo di vento ne spoglia i tetti che esse lasciano tutto ad un tratto esposti alle grandi piogge nei tempi burrascosi; hanno ancora l' inconveniente di scoppiare nel fuoco, in guisa che, nei casi d'incendio, la panconcellatura e l' armadura essendo discoperte, ne risulta un abbruciamento che non è più possibile d' estinguere.

In un clima come quello di Parigi, l' ardesia non conviene per la copertura dei tetti che hanno meno di 30 gradi d' inclinazione. Si è notato che nei tempi umidi, quando cadono delle acque minutissime, il di sotto delle ardesie delle coperture che hanno poca inclinazione è pressochè bagnato, come al di sopra, perchè quel poco d' acqua che producono queste piogge rimonta fra la sovrapposizione piuttosto che scorrere, non potendo vincere col suo peso l' aderenza alle doppie superficie del ricoprimento, che fanno l' effetto di tubi capillari. Lo stesso inconveniente avviene quando la neve incomincia a sciogliersi. Questo effetto è più sensibile per le ardesie che per le tegole piatte, e più ancora per le coperture in vetro. In generale più le materie di cui si fa uso per coprire sono unite e compatte, più l' acqua è soggetta a rimontare fra le loro superficie, e fa d' uopo dare maggior sovrapposizione o inclinazione ai tetti sopra ai quali devono essere posate.

Le ardesie adoperate a Parigi si tirano dalle cave d' Angers; e sono riputate di ottima qualità. Queste cave sono così abbondanti, che se ne fa un commercio considerevole, tanto per la Francia che pei paesi stranieri. Se ne distingue di tre qualità: l' una durissima, che si divide difficilmente, e s' impiega come rottame nei dintorni d'Angers; un'altra molto più molle, che non presenta da prima che una specie d' argilla cerulea, la quale acquista durezza sol dopo essere stata esposta all' aria per qualche tempo; finalmente la mediocre che si sega per le coperture.

Le migliori ardesie hanno un suono chiaro ed il colore azzurro leggiero; quelle il cui colore tira al nero s' imbevono d' acqua più facilmente. Le buone ardesie sono più dure e più scabrose al tatto che le cattive, che sono molli come se fossero bagnate di olio.

Le parti argillose di cui si compone l' ardesia essendo estremamente fine e ravvicinate, il suo peso specifico è più considerevole che quello delle pietre le più dure. Esso ammonta a più di 3,000, il che dà 221 libbre per ogni piede cubico, mentre i basalti ed i porfidi più duri o più compatti non pesano che 215.

Si staccano nelle cave d' Angers delle ardesie di quattro qualità differenti: 1.° La grande quadrata forte, di 11 pollici di lunghezza sopra 8 pollici di larghezza, la cui spessezza varia da 1 linea e $\frac{1}{4}$ ad una linea e $\frac{1}{2}$.

2.° La grande quadrata sottile, della stessa lunghezza e larghezza della precedente, di cui la spessezza varia da $\frac{2}{3}$ di linea sino a $\frac{3}{4}$ di linea.

3.° Le ardesie chiamate lavagne, che non hanno che 8 pollici di lunghezza sopra 6 pollici di larghezza, e quelle chiamate forti, hanno da una linea e ¼ sino ad una linea e ¾ di spessezza.

4.° Le lavagne sottili, della stessa lunghezza e della stessa larghezza; di cui la spessezza varia dalla mezza linea sino a ¾.

Saranno circa quarant'anni che i mercanti vendevano separatamente le ardesie forti dalle deboli; si pagavano le forti tre o quattro franchi, per mille, più che le sottili; attualmente essi le mescolano, e le vendono tutte al medesimo prezzo; questo fa molto torto, tanto ai conciatetti a cagione della rottura, quanto ai proprietari, perchè le coperture d'ardesie mischiate sono meno solide e durano minor tempo. Il minimo colpo di vento porta via le più sottili, indipendentemente da ciò che le ardesie, essendo posate in commettitura le une sulle altre, quelle che poggiano sopra ardesie di differente spessezza non si congiungono così bene, poggiano in falso e romponsi più facilmente. Sarebbe altrettanto utile al governo che ai particolari il fissare le grossezze delle ardesie, e il darne comunicazione a quelli che le traggono dalle cave. A partire da un'epoca fissata, non si ammetterebbero più sopra i porti le ardesie di cui la spessezza fosse minore di una linea. In quanto a queste di già tagliate, oppure che sono sopra i porti, si ordinerebbe la scelta, accordando un tempo limitato per la vendita.

Il migliaio delle ardesie, dette grandi quadrate forti, pesa da 1,100 a 1,200 libbre.

Il migliaio delle grandi quadrate fine, da 4 a 500.

Il migliaio d'ardesie di lavagne forti, da 7 a 800.

Il migliaio delle lavagne fine, da 3 a 400.

Le grandi ardesie s'impiegano lasciando 4 pollici scoperti; ne entrano 162 in una tesa superficiale, e 42 in un metro quadrato.

Alle lavagne si lasciano tre pollici; ne abbisognano 288 per una tesa superficiale, 74 per un metro quadrato.

Si tirano ancora delle ardesie dai dintorni di Charleville, di Fumay e di Rimogne, dipartimento delle Ardenne. Quelle che si traggono dai dintorni di Charleville sono grige; le loro superficie sono meno polite che quelle delle ardesie d'Angers; esse sono più grosse e più fragili; se ne formano di due specie differenti.

Le grandi che si descrivono sotto il nome di *grande Saint-Louis*, si estraggono da Devillé-sur-Meuse, ed hanno 7 pollici di larghezza su 10 pollici ridotti di lunghezza, perchè quelle non sono quadrate all'alto; si posano a tre pollici e ¼ di parte apparente; in guisa che ne occorrono 200 per una tesa superficiale, e 55 per un metro quadrato; la loro spessezza è circa una linea e ¼; il peso del migliaio è stimato 800 libbre.

L'altra specie, chiamata *piccolo Saint-Louis*, porta 6 pollici di larghezza sopra 9 pollici e ½ ridotti di lunghezza, e circa ¾ di linea di spessezza. Esse si posano a 3 pollici e ¼ di parte apparente, di modo che ne abbisognano 312 per una tesa superficiale, e 74 per un metro quadrato.

Le ardesie di Fumay, conosciute sotto il nome *poil noir*, sono d'un nero rosso; se ne levano di due specie della stessa larghezza e lunghezza, e non differiscono che nella loro spessezza. La loro larghezza è di 6 pollici e la loro lunghezza ridotta è 9 pollici; si posano a 2 pollici e ¼ di parte apparente: ne entrano 312 in una tesa superficiale, e 74 in un metro quadrato; le forti hanno circa una linea e ¼ di spessezza e le deboli ¾ di linea. Il peso del migliaio delle ardesie forti varia da 6 a 700, e quello delle deboli da 350 a 400 libbre.

Noi abbiamo riunito nella tavola seguente tutto ciò che è interessante a conoscersi per la comparazione delle differenti specie di ardesie ch'essa contiene, e che sono le più usitate per le coperture. Ne risulta che per Parigi le ardesie di Angers sono quelle che meritano la preferenza, specialmente la qualità descritta sotto al nome di grande quadrato forte *(grande carrée forte)*.

TAVOLA COMPARATIVA

Delle Ardesie d'Angers con quelle di Charleville e di Fumay (dipartimento delle Ardenne).

ARDESIE	PESO SPECIFICO	PESO DI UN PIEDE CUBICO	Quantità d'acqua da cui sono penetrato	DIMENSIONI in misure antiche lung.	larg.	gros.	DIMENSIONI in misure metriche lung.	larg.	gros.	FORZA in libbre	in chilog.	PESO DI UN MIGLIAIO in libbre	in chilog.	QUANTITA' NECESSARIA per una tesa quadrata	per un metro quadrato
		lib. on. gr.		poll.	poll.	lin.				lib. on.					
D'Angers, detta *grande carrée forte* .	2786	195 0 2	1/70	11	8	1 1/2	0,298	0,217	0,003	24 8	11,992	1248	610,903	162	42
Idem, detta *fina*.	2797	195 12 4	1/47	11	8	1 1/2	0,298	0,217	0,003	5 8	2,692	416	203,634	162	42
Idem, detta *cartelette*	2840	198 12 9	1/75	8	6	1 1/2	0,217	0,162	0,003	21	10,280	695	340,207	288	75
Di Charleville, *grand échantillon* . .	2818	197 4 1	1/81	10	7	1 1/2	0,271	0,189	0,003	22 12	11,136	986	482,654	220	56
Idem	2704	189 4 3	1/10	10	6	1 3/4	0,271	0,162	0,0035	9	4,406	473	231,536	312	80
Di Fumay, fossa di Charnoi detta *de bateau*	2700	189 0 0	1/14	9	6	1 1/2	0,244	0,162	0,003	22 8	11,013	598	292,725	312	80
Idem, detta *de chariot*	2987	209 1 3	1/65	9	6	1 3/4	0,244	0,162	0,0035	9 8	4,650	418	204,613	312	80
Idem, fossa di Sant'Anna, detta *de bateau*	3134	219 10 0	1/91	9	6	1 1/2	0,244	0,162	0,003	27 12	13,584	678	331,885	312	80
Idem, detta *de chariot*	2936	205 8 2	1/55	9	6	1 3/4	0,244	0,162	0,0035	9 8	4,650	412	201,676	312	80
Idem, fossa di Limeri, detta *de bateau*	2772	196 0 5	1/45	9	6	1 1/2	0,244	0,162	0,003	29 4	14,318	873	427,339	312	80
Idem, detta *de chariot*	3091	216 5 7	1/68	9	6	1	0,244	0,162	0,002	13 12	6,731	430	210,487	312	80

Maniera con cui si fanno le coperture di Ardesie a Parigi.

S' incomincia, come abbiamo spiegato per le coperture in tegole piatte, dall' uguagliare le piane e dal fare la panconcellatura dal basso. S' impiegano qualche volta dei panconcelli quadrati, come per le tegole di cui la larghezza è circa 3 pollici. Ma, per far miglior opera, si adoperano panconcelli ritagliati di 4 piedi di lunghezza sopra 4 a 5 pollici di larghezza. Questi panconcelli si vendono a fasci che ne contengono 26; ne occorrono 18 per una tesa quadrata; essi sono di legno di quercia e devono essere secondo le fibre, senza nodi nè alburno. Per fortificare questa panconcellatura, si mettono fra le piane i contro panconcelli di 4 pollici di larghezza sopra 8 linee di spessezza; essi si vendono pure per fasci, che ne contengono 10 di sei piedi di lunghezza. Per una tesa quadrata occorrono circa 5 tese di lunghezza di contro panconcelli.

I panconcelli si fissano sopra quattro piane con due chiodi su ciascuna, collocate ad 1 pollice e ¼ di distanza l' una dall' altra.

Questi panconcelli si posano, come le coperture in tegole, in filari orizzontali e collegati. I contro panconcelli si mettono sotto ai panconcelli fra le piane; si fermano con due chiodi all' incontro di ciascun panconcello.

Quando si vuol fare a meno dei contro panconcelli si posano sulle piane alcuni panconcelli leggieri, cioè tavole d' abete, grosse 6 linee sopra 6 in 7 pollici di larghezza, e 6 piedi di lunghezza, che si fermano con tre chiodi su ciascuna piana; questo metodo è preferibile, perchè produce una superficie più retta e più solida. Spesso s'impiegano assicelle di pioppo ed altri legni bianchi in luogo di abete, che fanno panconcellature meno solide e meno durevoli.

Fatta la panconcellatura, prima di posare l' ardesia si forma la grondaia, cioè la parte inferiore della copertura. Questa grondaia può farsi in tre maniere, come per le coperture in tegole, cioè semplice, rimboccata o pendente.

La grondaia semplice si fa posando il primo ordine di ardesie in modo che ricoprano il canale per versarvi dentro le acque. Le grondaie rimboccate si fanno di tegole come si è testè spiegato: si ha soltanto la precauzione di pingere queste tegole in nero per uniformarsi al color dell' ardesia. Partendo dalla grondaia, il rimanente della copertura si fa come quelle di tegole, posando le ardesie a filari orizzontali ben collegate ed allineate inferiormente, e ciascun pezzo si ferma con due chiodi. Si dà alla parte apparente il terzo della lunghezza dell' ardesia; fa d' uopo osservare che questa parte apparente è sempre la stessa qualunque sia l' inclinazione dei tetti. Sarebbe conveniente però che essa parte apparente fosse meno grande pei tetti poco inclinati che per quelli che lo sono molto; così sui tetti alla Mansard, la cui parte inferiore ha più di 60 gradi di pendio, le ardesie potrebbero avere apparenti i tre quarti della loro altezza, mentre per la parte superiore degli stessi tetti che hanno meno di 30 gradi d' inclinazione, le parti apparenti potrebbero essere ridotte fino al quarto. Sui tetti a 45 gradi le parti apparenti sarebbero la metà delle ardesie.

Nei tetti alla Mansard si fa nel punto dell' angolo del tetto una piccola grondaia di due o tre pollici di sporto, per ricoprire l' ultimo ordine di ardesie della parte inferiore; talvolta vi si mette una lastra di piombo.

Nei tetti degli edifici di una certa importanza si formano in piombo i colmelli i compluvî i canali e la parte superiore degli abbaini.

Nondimeno quando si vuol usare economia si può fare a meno del piombo pei colmelli per gli spigoli ed i compluvî, formandoli con tegole incavate, come si è testè spiegato per le coperture di tegole, che si tingono in nero ad olio. Per formare gli spigoli ed i compluvî si tagliano diagonalmente le ardesie. Per gli spigoli, che non devono esser ricoperti nè di piombo nè di tegole, si ha la cura di tagliar le ardesie in modo che formino giusto lo spigolo, e che le une ricoprano esattamente la grossezza delle altre, affinchè l'acqua non possa introdursi nelle commettiture. Si può posar pel di sotto una laminetta di piombo tagliata *ad orecchia di gatto*, la quale abbia un poco più di sporto dell' ardesia.

SEZIONE SECONDA

DISPOSIZIONE DI ALTRE MATERIE PROPRIE ALLA COPERTURA DEGLI EDIFICI

CAPO PRIMO

DELLE COPERTURE IN PIETRA

In alcuni paesi si trovano pietre che si spaccano per lungo in tavole sottilissime adoperate per le coperture. In certi luoghi s'indicano impropriamente queste pietre che sono sovente bianche e calcaree, col nome di lave. La grandezza di esse è da un piede fino a due, e la spessezza da 5 e 6 linee fino ad un pollice. Le lave più grosse si posano sui muri di facciata e di frontespizio, e si serbano le più sottili pel mezzo dell' armadura dei tetti.

Queste pietre essendo irregolarissime, sono tagliate dai conciatetti con una picozza a taglio come quella dei muratori.

Questa specie di copertura non puossi posare che sui tetti che hanno poca inclinazione, acciò tali pietre non possano sdrucciolare. Quando essa è ben fatta e con buone pietre che non temono il gelo, e che tutti i pezzi sono ben adattati e ben calzati, la è solidissima, e dura lunghissimo tempo, senz'alcuna manutenzione; ne ho vedute di quelle che mi si disse avere più di cento anni e che erano ancora in buono stato.

Tali coperture si trovano nei dipartimenti che sono stati presi in una parte delle province di Borgogna e della Franca Contea, come anche nella Savoia.

Per procurare alle coperture in pietra dei grandi edificî una più bella apparenza si sono formate di pezzi distribuiti regolarmente e posati a sovrapposizione, onde impedire che l'acqua penetri nelle commettiture orizzontali. Quelle verticali sono ricoperte da altri pezzi chiamati capre *(chevrons)*, intagliate ad incavi e denti come è espresso nelle figure 5 e 6, Tavola CLXV *bis*. Queste specie di coperture non sono fatte che per essere stabilite sulle vòlte.

La prima copertura di questo genere stabilita in Francia è quella del Castello di San-Germano-in-Laye, che Ducerceau credeva anche essere la prima in Europa (1).

Colle figure 7 ed 8 si è rappresentata la disposizione delle tavole di pietra formanti le coperture sopra il colonnato esteriore della cupola di Santa Genoveffa; tutte le tavole e le capre sono posate a sovrapposizione con gocciolatoio, ed a bagno di cemento sopra un'area stesa sull' estradosso della vòlta. Questo è il modo di renderle impenetrabili all'acqua ed estremamente durevoli, quand' anche esse non fossero sovrapposte, come lo provano le terrazze sopra i colonnati interni dello stesso monumento.

Delle terrazze.

Questo genere di copertura è stato per qual-

(1) Vedi il Volume primo — Delle eccellenti fabbriche di Francia, di Giacomo Androuet Ducerceau — Parigi 1607.

che tempo in gran voga a Parigi per fabbricati particolari; si formavano con tavole di pietra dura posate sopra un' area in gesso, fatta sulla panconcellatura delle travi dell' ultimo solaio dell' edificio. Le commettiture di queste tavole posate piane e non sovrapposte, erano empiute di mastice fatto con un cemento grasso d' invenzione di un marmoraio di molto grido per questi lavori, chiamato Corbel; ma le travi di questi solai non essendo riunite fortemente a sufficienza dalla panconcellatura, e l' area di gesso fattavi sopra essendo soggetta ad agitarsi per gli effetti dell' umido e della siccità da cui le tavole di sì poca spessezza non lo potevano guarantire, ne risultava che le commettiture in mastice per quanto fossero ben fatte si disunivano e producevano infiltrazioni di acqua, onde in poco tempo i solai imputridivano; per questa causa si dovette rinunziare ad essi.

Nondimeno è certo che a Parigi si potrebbero far terrazze solide e durevoli al pari di quelle d' Italia, se nella costruzione di esse si volessero adoperare tutte le convenienti precauzioni. Bisogna primieramente che le travi sieno riunite così fortemente da non essere soggette a curvarsi. Il modo più semplice è quello di murare alla grossa gli intervalli fra le travi e di ricoprirle di una forte area sulla quale si posano le tavole sopra uno strato di cemento, battendole moderatamente, acciocchè poggino bene dovunque; le commettiture in mastice si fanno nello stesso tempo, ed esso si fa rifluire pel di sopra battendo in fianco le tavole acciò meglio si uniscano; se queste non sono ben rette ed appianate superiormente, è meglio lasciare i risalti che si tolgono dopo, piuttosto che calzarle con biette per accomodare le obbliquità. Si può dare ad esse da una linea e ⅓ di pendio fino a tre linee, secondo che sono esposte al mezzodì o al nord. Una terrazza ch' io feci fare sopra una rimessa, da più di trent' anni, è ancora in buono stato e non ebbe bisogno di veruna manutenzione.

Si può essere persuasi che il solo modo di giugnere a costruire una terrazza solida e durevole, è quello di formare una massa che non possa nè piegare nè rompersi e che l' acqua non vi possa penetrare. Se trattasi di un solaio, la fabbrica fra le travi, se è ben fatta, procura ad esso la fermezza di una vòlta impedendo che le travi pieghino. Se la terrazza è esposta al nord o posta in un sito umido, la fabbrica fra le travi può esser fatta di pietruzze e malta, o di mattoni, ricoperta da uno strato di cemento sul quale si poseranno le tavole di buona pietra dura di 18 in 20 linee di spessezza, che non sia soggetta ad essere penetrata dall' acqua (1). Nondimeno le terrazze più solide e durevoli sono quelle fatte sulle vòlte. L' area o piano sopra l' estradosso dev' essere fatto di picciole pietre ben munite di malta e ricoperto da uno strato di cemento su cui si posano le tavole di pietra.

Se si volesse usare economia in queste opere non si farebbe che renderle meno solide e meno durevoli, come se si limitasse a fare un intonaco su ritagli di pietre posate a secco, o non munite bastantemente di malta.

(1) Indipendentemente da queste precauzioni, sarà utile ancora, ad imitazione degli antichi, impregnare la pietra di una sostanza grassa nelle stagioni calde. L' intonaco impiegato per servire d' apparecchio alla pittura della cupola della Chiesa di Santa Genoveffa apparisce molto proprio ad adempiere questo scopo. Esso si compone d' una parte di cera sopra tre parti d' olio di lino cotto con un decimo del suo peso di litargirio. Questa mescolanza applicata nello stato fluido sopra una terrazza riscaldata dal sole, oppure coll' aiuto di brage, penetra profondamente nella pietra ed acquista in poco tempo grandissima durezza. Questo modo di procedere, a noi indicato da Thenard e d' Arcet, è ora sperimentato con buon successo da Bezanger e compagni in Parigi.

CAPO SECONDO

DELLE COPERTURE IN RAME, IN PIOMBO ED IN ZINCO



Delle coperture in rame.

Fra tutti i metalli che possono impiegarsi per coprire gli edificî, quello che meglio resiste alle ingiurie dell'atmosfera è il rame. M. Sage professore di mineralogia consultato su tale quistione, allorchè si trattava della copertura della cupola di ferro del mercato delle biade a Parigi, così si esprime nella sua risposta: « Non si deve temere d'impiegar il » rame per coprire gli edifici; la ruggine di » cui si copre non essendo solubile nell'ac» qua, aderisce con tenacità a questo metal» lo. Tal ruggine verde e una specie di ma» lachite che gli antiquarî chiamano patina, » la quale guarantisce il rame dagli effetti del » tempo.

» L'acqua piovana avvicinandosi per la pu» rezza alla distillata, non agisce sul ramo » come l'acqua fluviale, che tiene disciolte » le materie saline le quali agiscono sull'in» terno delle fontane di rame che non sono » stagnate.

» Lo stagnare il rame in lamine destinato » a coprire un edificio è un'operazione di» spendiosa ed inutile. »

Gli antichi che erano stati al caso di conoscere questa proprietà pel lungo uso del rame e del bronzo, le qualità de' quali sono pressappoco le stesse, impiegarono quest'ultimo per coprire que' loro edifici ai quali davano maggiore importanza. Si sa che la cupola del Panteon d'Agrippa a Roma è stata coperta di bronzo: intorno all'apertura praticata nella vòlta per illuminare questo monumento si vede anch'oggi un orlo largo 6 piedi formato da lamine di bronzo di 5 linee e ¾ di grossezza, unico avanzo della copertura antica, la cui conservazione è perfetta.

Il modo comune d'impiegare i fogli di rame per le coperture è quello di congiugnerli con doppie piegature che si sovrappongono da tutte le parti, e di fermar ciascun foglio con viti nascoste sotto le piegature; ma siccome questa materia si dilata facilmente nei gravi calori, ed è più elastica del piombo, i fogli gonfiandosi strappano le viti quando non si ha la precauzione di adattarle in modo che l'effetto della dilatazione non vi possa contrastare. Perciò fa d'uopo che ciascun foglio non sia fermato da viti che da una parte, e che dall'altra le piegature permettano al rame di stendersi e ristringersi a misura della temperatura dell'aria (1).

(1) Si era coperto in questa maniera il di sopra del portico della chiesa di S. Genoveffa. Queste foglie erano riunite fra loro da pieghe a doppio ricoprimento per impedire all'acqua di penetrare per le commessure; ma, malgrado tutte queste precauzioni, si scorse, dopo cinque o sei anni, che l'acqua penetrava al di sotto, senza potere scoprire da dove. Tutte le giunture e la superficie parevano in buono stato. Frattanto do-

Si formano queste coperture con fasce disposte secondo la inclinazione, sulle quali le piegature sieno alternativamente al di sopra o al di sotto per le commessure verticali, e con una sovrapposizione semplice per le orizzontali, formanti legamo fra loro, come lo indicano le figure 3 e 4.

Delle coperture in piombo.

Questa maniora di coprire non si usa che pei tetti di qualche grande edificio. Così era fatta la copertura della chiesa di Nostra Signora di Parigi, e un tempo, quella della chiesa di S. Dionigi di Francia. Se ne fa uso per coprire le cupole e le parti dei tetti ai quali non si può dare che pochissimo pendio.

Una copertura di piombo fatta bene è estremamento solida e durevole; ma è pesantissima ed assai costosa; oltre che nei casi d'incendio ha pure l' inconveniente di non potervisi avvicinare per la fusione del piombo, onde recare soccorsi immediati, come quando il tetto è di legname. Non è così pericoloso quand'è posato sulle vòlte; ma se ne possono spogliare e lasciar gli edifici esposti alle intemperie dell'aria, com'è avvenuto nella chiesa di S. Dionigi. Nondimeno spiegheremo il modo di costruirle nel caso che non si potesse fare a meno di usarne.

Quando le piane del tetto che si vuol coprire di lamine di piombo sono fermate e ben appianate pel di sopra, si posano le assicelle che hanno d'ordinario 4 in 6 pollici, ad ordini orizzontali distanti circa 2 pollici. Dopo questa operazione i lavoratori in piombo, che di ordinario eseguono questa specie di copertura, cominciano col posare il canale che deve cingere la parte inferiore del tetto; e ben depressa la schiena di questo sul primo ordine di assicelle, vi si posa sopra una fila di arpioni di ferro superiormente schiacciati, con fori per poterli inchiodare. Questi arpioni debbono essere posati in modo che la lamina di piombo, ch'essi sostengono, possa ricoprire la schiena del canale di piombo, e la sovrapposizione dev'essere più grande a misura che il tetto ha minore inclinazione, o può variare dai 3 fino ai 6 pollici. Fatto ciò, l'operaio posa il primo ordine di lamine in modo che la parte inferiore entri negli arpioni; quindi la stende e l' appiana con un pestone di legno e la ferma al di sopra su ciascuna piana con forti chiodi lunghi abbastanza da poter attraversare il piombo lo assicelle ed una parte della piana. Questi chiodi ordinariamente sono lunghi 2 pollici e ½.

Le lamine di piombo adoperate per le coperture hanno comunemente 3 piedi di larghezza sopra 12 in 15 piedi di lunghezza, ed una linea e ½ o due di grossezza; e si posano in modo che la larghezza secondi la inclinazione del tetto.

Bisogna osservare di non fermar la estremità delle lamine di piombo formanti uno stesso ordine con saldature, perchè sono soggette a rompersi per l' effetto della dilatazione e della contrazione che può provar questo metallo in ragione della temperatura dell'aria; è meglio ripiegare i margini delle lamine in guisa da formare una nervatura segnata *b*, figure 1 e 2, che si rotonda col pestone.

Le coperture delle cupole si eseguono nello stesso modo: quando non hanno coste sporgenti si stende il piombo col pestone e si perviene a fargli prendere la curvatura della cupola. Come pei tetti, fa d' uopo evitare le saldature per le commessure verticali, e farvi invece gonfiature formanti cordoni che si dirigono alla sommità della cupola. Siccome gl'intervalli fra i cordoni diminuiscono di larghezza, è utile, per aver meno ordini di lamine ed economizzare le sovrapposizioni, posare gli ultimi ordini in modo che la lunghezza delle lamine ne faccia l'altezza.

Quando la curva esterna di una cupola è divisa da coste sporgenti, fa d'uopo quant'è possibile che la larghezza degl' intervalli come quella delle coste possa essere formata da una sola lamina in modo che non vi sieno commessure verticali che negli angoli rientranti delle coste. Per formare queste commessure si ripiegano i margini delle lamine che debbono riunirsi in senso contrario, e sotto le piegature si fermano con chiodi: quando il piombo è posato immediatamente sull'estradosso di una vol-

po aver levato queste foglie di rame, si discoprì un'infinità di crepature che non comparivano punto quando si sono messe a sito, e che il calore avrà fatto aprire. È probabile che queste crepature provengano da alcuni grani duri che avevano scoriato il rame riducendolo in lamine. L' effetto di questa operazione avea talmente ravvicinato i margini di queste crepature, che non si potevano distinguere, e la maniera con cui esse erano riunite, non lasciando abbastanza libertà al giuoco della dilatazione e della contrazione del metallo, avrà senza dubbio contribuito a farle aprire più presto.

ta di pietra, come nella cupola di Santa Genoveffa, si possono rotolare in senso contrario intorno ad un regolo di ferro impiombato nella vôlta.

Nella maggior parte delle cupole le sole coste sporgenti sono coperte di piombo; gl' intervalli lo sono con picciole ardesie la cui parte inferiore è tagliata a squame di pesce. Nei paesi ove l'ardesia è rara si fa uso di tegole verniciate, e talvolta invece di ardesie o di tegole verniciate si sono impiegate laminette di piombo similmente tagliate: del resto queste ardesie, queste tegole o laminette di piombo, si posano come le ardesie o le tegole dei tetti ordinari sopra una panconcellatura di assicelle con chiodi.

Si è tentato di sostituire al piombo le lamine di un metallo composto di zinco e di piombo; ma non si cita ancora nessun'opera eseguita con cui si possano dimostrare i vantaggi di questa composizione.

Delle coperture di zinco.

L'arte di lavorare lo zinco fu così tarda a perfezionarsi come quella di adoperarlo. A quanto sembra, si deve ad Isacco Lawson l' invenzione del processo per cui si giunse ad estrarlo dalle sue miniere. Margraff migliorò questo processo e ne diede i particolari nelle Memorie dell' Accademia per l'anno 1746.

Lo zinco fu per lungo tempo considerato come un metallo imperfetto fragile e che non poteva acquistar malleabilità che per la sua unione col rame rosso. Soltanto nel 1780 il dotto mineralogista M. Sage cominciò a far cangiare l' opinione su questa sostanza, facendo conoscere che la sua apparente asprezza non si doveva che all' allontanamento de' suoi grani o cristalli; ch' esso diveniva malleabile quand'era riscaldato a 100 gradi del centigrado, e che allora si poteva facilmente ridurre in lamine sottilissime battendolo sotto il maglio o passandolo per lo strettoio.

Sembra che in Inghilterra verso gli ultimi anni del secolo diciottesimo, si tentasse per la prima volta d' impiegare lo zinco nella copertura degli edifici. In Francia i tentativi di questo genere risalgono appena ad una ventina di anni, epoca in cui si scoprirono i processi per estrarre in grande lo zinco puro e malleabile dal calamina della *Vecchia Montagna* presso Liegi.

Sotto i rapporti della durata e della tenacità, lo zinco sta pressappoco fra il piombo ed il rame, in modo che si può dare alle lamine di questo metallo una spessezza media fra quelle che convengono agli altri nei diversi generi di opere. Segue da ciò che l'impiego dello zinco potrebbe offrire grandi vantaggi sugli altri metalli, tanto per la leggerezza quanto per la economia che apporterebbe nelle coperture, se fosse abbastanza certa la sua durata; ma molte osservazioni danno a conoscere che questo metallo si deteriora prontamente alle ingiurie dell'aria (1); e gli sperimenti che se ne sono fatti sono ancora troppo recenti perchè si possa per ora ammetterne l'impiego pei grandi edificî.

Le lamine di zinco s' impiegano nello stesso modo di quelle di rame e di piombo; così tutto ciò che si è detto su quest' argomento nei due precedenti articoli, può del pari convenire alle coperture di zinco.

Nei dipartimenti del Doubs e del Jura si osservano campanili e chiese i cui tetti sono coperti di latta.

Si è anche proposto d'impiegar nelle coperture la banda ricoperta d'una composizione che la guarantisce dalla ruggine. Questa maniera di coprire sembra molto usata in Russia: la maggior parte dei fabbricati e specialmente la Sala d' esercizio di Mosca, di cui si è parlato nel Libro Quinto, sono coperti di banda.

(1) Si è notato che in Inghilterra, si erano applicati molti strati di vernice grassa sopra le coperture di zinco, fatte da pochissimo tempo; il che sembra venire in appoggio alle osservazioni di Lasserre fatte nelle *Memorie dell' Accademia di Scienze*, relativamente all' azione distruttiva dell' acqua su questo metallo.

CAPO TERZO

DELLE COPERTURE DI PAGLIA E DI CANNE

Delle coperture di paglia.

In molti paesi si fa uso di questa copertura pei fabbricati rurali; essa si fa con paglia di segala o di frumento. Posati i legnami del tetto, cioè i cavalletti i correnti e l' asinello, vi si attaccano pertiche con vimini invece di travicelli, e bastoni a traverso sui quali il conciatetti applica la paglia fermata con legami della stessa materia; più sono stretti questi legami, più riesce solida la copertura.

Questa copertura cominciasi pel di sotto come tutte le altre, e ciascun letto o strato dicesi *manata*. Siccome i gambi della paglia sono soggetti a schiacciarsi, non si fa questa copertura che per intervalli, cioè si lascia riposare due o tre giorni prima di terminarla. Dopo tal tempo, il conciatetti la visita per introdurre, se è necessario, nuova paglia nei luoghi ove non ve n' ha a sufficienza, perciò adopera uno stromento chiamato *paletta*, che è un pezzo di legno di forma ovale con un corto manico. Finisce la copertura pulendo la paglia con un rastrello di legno chiamato *pettine* coi denti molto vicini.

Delle coperture di canne.

Queste coperture si fanno colle canne che crescono nelle paludi e si eseguono pressappoco come quelle di paglia; fa d' uopo nondimeno che le pertiche che fanno le veci di assicelle sieno meno distanti le une dalle altre, cioè tre pollici circa; e siccome le canne sogliono scorrere, si legano in molti punti. Questa specie di copertura esige più destrezza di quella di paglia e costa più; ma quando è ben fatta può durare almeno quarant' anni senza che abbia bisogno di alcuna riparazione.

FINE DEL TOMO TERZO.

NOTA

DEL TRADUTTORE

I lavori in legname minuto variano di tempo in tempo in quanto alle forme, seguendo in parte il miglioramento o la depravazione del gusto, ed in parte anche il capriccio della moda. Ma i principj generali sui quali si fondano queste costruzioni sono già fissati, e dopo l'opera di Roubo, da cui tolse il suo trattato il nostro Autore, e quello che egli stesso vi aggiunse, nulla di veramente nuovo o di utile potrebbe dirsi su tale materia. Quindi omettendo di parlare su questo libro dell'opera ci tratterremo invece sul libro VII che ragiona dei lavori di ferro. Svolse tutti i generi di costruzione in questa materia e diede bellissime osservazioni sui ponti di ferro fuso e sui ponti sospesi a catene di ferro. Ma siccome in questi ultimi anni il sistema dei ponti sospesi ha preso uno sviluppo assai maggiore, e si eseguirono opere maravigliose per mole e per ardire in Inghilterra ed in Russia, crediamo degno dell'assunto e dell'opera il diffonderci alquanto per far conoscere fino a qual punto l'arte o l'umana industria abbiano potuto superare difficoltà che parevano insormontabili o giungere a risultamenti nuovi e non sperati dapprima. Nè potendo trovar più accurate descrizioni di questi lavori, nè osservazioni più giuste, nè particolarità di tanto utile all'ingegnere da poter prendere sicura norma dovendo agire in simili casi, daremo tradotta la breve ma interessantissima memoria dell'illustre ingegnere Wiebeking *sui ponti sospesi a catene di ferro*, *relativa ai ponti costrutti negli ultimi tempi in Inghilterra ed in Russia.*

DESCRIZIONE

DEL PONTE SOSPESO

PROGETTATO ED ESEGUITO SUL BRACCIO DI MARE

CHIAMATO

STRETTO DI MENAI

DALL' INGEGNERE TELFORD

COSTRUTTORE DEI CANALI DI *CALEDONIA* E D' *ELSMÈRE* COME PURE DEI PONTI PIÙ GRANDI IN PIETRA ED IN FERRO DESCRITTI NELLE SUE OPERE.

Per questa descrizione mi sono servito dell'opera di Telford, di cui mi fece presente, intitolata « *An historical descriptive account of the suspension Bridge, constructed over the Menai-Street in Nord-Wales, with a brief notice of Conway Bridge.* »

Rennie, padre, ingegnere de' più dotti d' Inghilterra, propose nel 1801 molti progetti, per costruire un ponte su questo Stretto. La sua prima idea fu quella di un' arcata di piedi inglesi 450 (423 di Francia) d'apertura, con un'elevazione di piedi 150 (141) sopra il flusso del mare. Le centine, i reni, o fianchi, dovevano essere costrutti con cassoni di ferro fuso e sostenuti da due cosce di piedi 75 di grossezza, e di una elevazione di 100 piedi (94) sopra l' alta marea. Quindi pensò di costruire molti piccioli archi di pietra a ciascun lato di questa grande arcata. Il preventivo saliva a 259140 lire sterline.

Il suo secondo progetto consisteva, 1.° in un'arcata centrale della stessa dimensione; ma le cosce non dovevano avere che 40 piedi di grossezza; 2.° in due arcate di ferro a ciascun fianco, di 180 piedi d' apertura per ciascheduna, e queste ultime dovevano riunirsi alle rive con picciole arcate di pietra; il progetto fu valutato 262500 lire sterline. Le costruzioni di questi progetti dovevano tutte e due sboccare ad uno scoglio chiamato d' *Ynys-y-moch*, figura 7, Tavola R. In seguito Rennie propose un'altra direzione per simil ponte, volendo riunire lo scoglio *Swellis*, che emerge da questo Stretto, alle due rive. Questa comunicazione doveva essere formata; 1.° da un' arcata centrale di cassoni di ferro fuso, di 350 piedi d' apertura: 2.° da due arcate di pietra, ciascuna di 100 piedi. La grande arcata doveva elevarsi 150 piedi sopra la più alta marea. 3.° A ciascun fianco doveva esservi un' arcata di ferro dell' apertura di 300 piedi (283). 4.° Propose in seguito a ciascun fianco, piccioli archi di pietra, per istabilire la via continua verso la parte d' *Anglesey*, di una lunghezza di 434 *yards*, e verso *Carnavonshire* di 200 yards circa (un yard vale 3 piedi inglesi o millimetri 914). La spesa di questo progetto fu calcolata 265812 lire sterline. La seconda proposta di Rennie, relativa a quest' ultima direzione, consisteva in tre arcate, ciascuna di 350 piedi d' apertura, elevate alla chiave 150 piedi sopra il flusso. Le sue centine dovevano essere costrutte di cassoni di ferro fuso, e ciascuna

pila e coscia doveva avere 70 piedi di grossezza. La spesa giungeva a lire sterline 290417. Ma quest' ingegnere non conosceva l' enorme difficoltà d' innalzare centinature o palchi di grandezza ed elevazione così imponenti; e la rapidità del flusso e del riflusso, il fondo pietroso e la grande profondità dello Stretto non permisero la costruzione delle centinature ferme nè di quelle erette sui puntoni. Preferì adunque la direzione d'*Ynys-y-moch*, laddove ora vediamo il ponte sospeso eseguito da Telford, dopo la morte dell' ingegnere Rennie, costruttore del ponte di Waterloo, di quello di Soutwork a Londra, del gran molo innanzi alla rada di Plimouth, e dei grandi bacini pei vascelli di marina, che si trovano lungo il fiume al di sotto di questa capitale.

Telford cominciò il suo primo progetto pel ponte di Menai nel 1810, epoca in cui i ponti sospesi non erano ancora introdotti in Inghilterra: perciò ei propose grandi arcate con casse di ferro fuso e verghe di ferro battuto. La sua prima intenzione era quella d' erigere, nella direzione dello scoglio *Swellis*, tre arcate, ciascuna di 260 piedi di apertura, ed una di 100 piedi fra due di queste prime, come si vede nella Tavola CCXLVII, figura 13, della mia Architettura Civile. Tutte queste arcate dovevano elevarsi 90 piedi sopra la più alta marea, acciò i navigli di 300 tonnellate potessero andare a orza e correre a piene vele sotto il ponte. Ogni pila a coscia di queste arcate doveva avere una grossezza di 30 piedi. La spesa giungeva a 158698 lire sterline.

Il secondo progetto di Telford consisteva, 1.° in una sola arcata in cassoni di ferro fuso e di ferro battuto di 500 piedi d' apertura, la chiave della quale doveva elevarsi 100 piedi sopra la più alta marea. La costruzione rassomiglia a quella del ponte di Bonnar, eseguito dallo stesso ingegnere e rappresentato sulla Tavola CCXLVII della mia Architettura Civile, fig. 19 e 25. 2.° A ciascun lato di questa arcata furono proposte piccole arcate di pietre, figura 26; la sua direzione fu determinata sopra *Ynys-y-moch*. La spesa è stata calcolata 127331 lire sterline. La difficoltà principale per l' esecuzione delle centine e dei palchi di quest' arcata grandissima fu promossa da Rennie padre e da Hulton, ma Telford, per vincerla, inventò un metodo affatto nuovo ed ingegnoso, di cui ecco una breve notizia. Terminata la fabbrica delle due cosce fino al livello della strada del ponte, si dovrebbero porre due quadri di ponti attaccatoi (*e*, *b*, *a*, figura 26 della Tavola testè citata) di grosso legname, fatti di travi, puntoni e rombi; quadri che dovrebbero essere puntellati dalle due cosce e ritenuti nella loro positura col mezzo di verghe di ferro, fermate per un capo nella fabbrica. Collocati innanzi a ciascuna coscia i due quadri di 27 piedi d'altezza presso la coscia, si doveva farne rotolar un altro sopra e attaccarlo con forche di ferro al secondo quadro, ritenuto dal legame *d* fatto con una catena la quale passerebbe sopra il quadrante B di ferro fuso fissato sulla coscia. Dunque si avrebbero avuti quattro quadranti. Gli altri quadri dovrebbero esser mossi alternativamente su quelli che sono già trattenuti dalle forche e dai legami *e*, *f*, *g*. I quadri di mezzo in questa centinatura dovrebbero avere soltanto 5 piedi d'altezza, e tutti questi quadri situati in diverse linee formerebbero le armadure delle centine sulle quali si sarebbero posti i panconi e le zeppe per costruire i diversi ordini di cassoni di ferro fuso sui quali si eleverebbe la costruzione di pezzi di ferro battuto: costruzione che avrebbe sostenuto immediatamente la via del ponte, come si vede nel disegno (Tavola CCXLVII, figure 19 e 25) del ponte di Bonar. Osserveremo infine che questo progetto d'impiegare i quadranti di ferro fuso o di ferro battuto, come sostegni, ha probabilmente data l' idea d' applicarli appunto come sostegni nel ponte sospeso in catene eseguito sul canale di *Moika* a Pietroburgo, Tavola CCXLIII, figura 48, della mia Architettura Civile. Questo ponte è detto *della Posta*.

Tale progetto pel ponte di Menai fu, più tardi, abbandonato dall' autore istesso, e presentò nel 1814 un piano non meno ardito per un ponte sul fiume *Mersey* nella strada da *Runcorn* a *Liverpool*, laddove le rive s' innalzano 150 yards sopra il riflusso di questo fiume, il cui letto è composto di uno strato di sabbia sugli scogli, ed ove la navigazione e la grande larghezza del fiume non permettevano la costruzione di un ponte ad arcate di pietra che dovrebbero avere un diametro ed un'elevazione grandissima perchè i vascelli vi potessero veleggiar sotto. Per queste ragioni Telford determinossi a progettare un ponte sospeso con corde di fili ed anelli di ferro che dovrebbero formare una specie di rete in sei corpi diversi. Propose una larghezza di 1000 piedi per la maggiore distanza (940 piedi francesi) e 500 piedi ognuna per le due collaterali. La deflessione o senoverso delle corde di sospensione fu fissata a 50 piedi, e quella per la via od area del ponte a 20 piedi, costrutta del pari in corde sospese ai sostegni; ora, dice Telford nel suo progetto, dando alle corde su cui dovrebbe posare la strada, una tale freccia, si farebbero contribuire a portar una parte della strada invece che queste corde non sarebbero state che un carico per le catene principali. L' elevazione della via del ponte, la costruzione della quale non fu spiegata dal progettante nella sua opera, avrebbe dovuto essere di 60 in 70 piedi sul flusso. Ei voleva attaccare le corde di sospensione sopra tre linee a ciascun lato del ponte e che fossero portate da quattro sostegni in ciascuna parte della larghezza di esso. Il modello di questa straordinaria costruzione avea 50 piedi di lunghezza e portava 3000 libbre senza veruno sconcerto.

Nel 1818 fu di nuovo espresso il desiderio di erigere un ponte sullo Stretto di Menai. Esami-

nata seriamente la posizione, Telford scelse la direzione d'*Ynys-y-moch*, non lungi da Bangor. Fissò a 100 piedi (94) sull'alta marea l'elevazione della via del ponte, e l'intervallo fra i due sostegni piramidali di ferro fuso doveva essere per la grande distanza, piedi 560, e la elevazione di questi sostegni piedi 50 (47) sopra la strada. Fissò sei linee di corde fatte di regoli di ferro con una deflessione o freccia inversa di 37 piedi, che starebbe all'apertura del ponte come 1 a 15, 13. Oltre questa grande apertura, la strada su questo Stretto doveva anche essere portata da archi in pietra, quattro cioè dalla parte d'Anglesey, e tre da quella di Carnavonshire. L'area del ponte si dividerebbe in una strada pei veicoli da ciascuna parte, larga 12 piedi, e in un marciapiede nel mezzo largo 4 piedi. Ciascuna delle sedici corde di ferro dovrebbe essere composta di trentasei verghe quadrate accomodate capo per capo in tutta la lunghezza di una stessa corda, situate in modo da formare un prisma rettangolo di sei verghe per ogni lato. Quattro segmenti di cilindro piani ad una parte, rotondi dall'altra, posati sulle quattro facce di questo prisma dovrebbero compiere una corda avente un cerchio per circonferenza. Finalmente un filo di ferro avvolto a spira intorno a questo sistema avrebbe fatto un tutto di 4 pollici di diametro. La sezione di tutte le corde sarebbe stata dunque 16×16=256 pollici quadrati. Telford voleva anche rivestire ciascuna corda di una sostanza che le preservasse dall'azione atmosferica. A ciascuno dei quattro corpi delle corde di sospensione, composto di 4 linee di corde dovevano essere attaccati dei sospensori tesi verticalmente. Le corde di ritenzione dovevano seppellirsi nella fabbrica delle cosce. Vedremo che Telford abbandonò la struttura delle corde in verghe di ferro, e adottò pel ponte di Menai il sistema delle catene a lunghe maglie introdotto in Inghilterra da Brown.

Prima di parlare della costruzione del ponte di *Menai*, detto anche ponte di *Bangor*, di cui ho dato una succinta notizia nel Tomo VII della mia opera sull'Architettura Civile, comunicherò i risultamenti delle sperienze fatte da Telford sulla resistenza dei pezzi di ferro.

Il regolo di ferro del diametro di $\frac{1}{10}$ di pollice inglese, lungo 100 piedi e del peso di 3 libbre ed once 3 e 1/2, si ruppe con un peso di 630 a 634 libbre. Le estremità della resistenza erano 616 a 651 libbre.

1.° Una verga di ferro del paese di Galles, del diametro di pollici 1 1/2, si ruppe sotto un peso di	43	tonn.	11	quint.	42278	chilog.	Una tonnellata inglese vale 1016 chilogrammi, e 20 quintali inglesi. Una libbra inglese vale 453,267 grammi.
2.° Una verga dello stesso ferro e di egual diametro si ruppe per la tensione di . .	52	»	15	»	46470	»	
3.° Una verga di ferro di Staffordshire di 3/4 di pollice quadrato inglese	15	»	513	lib.	15393	»	
4.° *Idem* di pollici 1 1/2.	32	»	610	»	32812	»	
5.° Una verga di ferro di Sud-Walles di 1 pollice.	29	»	010	»	29464	»	
6.° Una verga di ferro battuto di Howard di 1 pollice.	29	»	010	»	29464	»	
7.° Una verga di ferro svedese di 1 pollice .	29	»	010	»	29464	»	
8.° Una verga di ferro comune di Staffordshire di 1 pollice	31	»	010	»	31196	»	
9.° Una verga dello stesso ferro di 2 pollici di diametro	100	»	010	»	101600	»	

M. Barlow professore di matematiche alla scuola militare di Woolwich fece la riduzione di questi sperimenti ad una verga la cui sezione era un pollice quadrato, e trovò che la resistenza è di 29 tonnellate, quintali 5 2/3, ovvero 29876 chilogrammi. Telford ha creduto più sicuro l'ammettere nel suo calcolo sul ponte di Menai la minore resistenza trovata in questi tentativi, cioè tonnellate 27 = 27432 chilogrammi, per una verga di un pollice quadrato. Valutando il peso di una tonnellata 2000 libbre, benchè non ne sia che 1540, peso di marco, ne risulta una resistenza di 272000 = 54000 libbre inglesi. I surriferiti sperimenti furono fatti probabilmente con verghe la cui lunghezza era eguale a quella dei catenoni impiegati nelle catene di sospensiono di questo ponte: ora è presumibile che la lunghezza influisca sul grado di resistenza e noi vediamo

che gli sperimenti fatti da Telford con verghe più brevi danno una resistenza maggiore. — Secondo gli sperimenti fatti da Telford e Brown, una verga di ferro del diametro di due pollici cominciò ad allungarsi di $\frac{1}{10}$ di pollice circa con un peso di 45 tonnellate; sotto 100 tonnellate diede segni di rottura. Poi, secondo le prove fatte da quest'ultimo, una verga di 1 e 1/2 pollice di diametro e di 7 piedi, 4 pollici, 3 linee di lunghezza, si stendeva col peso di 33,5 tonnellate di un pollice e 9 linee sotto 42,5 tonnellate (43180 chilog.) si è allungata 3 pollici. Finalmente essa si ruppe con 47,5 tonnellate (48250 chilog.) dopo essersi allungata pollici 13 3/5. Il diametro di questa verga era diminuito nel punto della rottura 3/8 di pollice. Telford nella sua opera su questo ponte osserva che i fili di ferro di $\frac{1}{10}$ ad $\frac{1}{21}$ di pollice di diametro è di una lunghezza di 100 a 900 piedi, le quali erano curve talmente che la loro deflessione era piedi 31,5 sostennero a tre punti distanti egualmente l'uno dall'altro, $\frac{1}{10}$ del peso che romperebbe queste verghe impiegando verticalmente questo peso. Poscia colla deflessione di un ventesimo, il filo sopportava il terzo di ciò che lo romperebbe sotto un peso impiegato verticalmente.

Telford dopo un gran numero di esperimenti fatti da lui stesso e dal suo maestro Provis sulla resistenza delle verghe di ferro, si decise a fissar la grossezza dei catenoni di sospensione che voleva impiegare nel ponte di Menai, ha dato cioè all'altezza di esse 3 1/4 pol. inglesi (3 $\frac{1}{24}$ pollici di Francia), alla larghezza d'un pollice (11 $\frac{4}{10}$ linee di Francia), ed alla lunghezza, fra i centri di due fori od orecchie, dieci piedi. Ammise 27 tonnellate come la minima forza per rompere le verghe di ferro, la cui sezione è di un pollice quadrato, e che una verga normale per le catene di sospensione di questo ponte può resistere almeno ad un peso di tonnellate 87 3/4, o chilogrammi 89166. La metà (43 7/8 tonnellate o chilogrammi 44583) potendo produrre secondo Telford un allungamento del ferro, ha considerato 35 tonnellate o 35560 chilogrammi come un peso sufficiente che si poteva ammettere nel calcolo: ora 43 $\frac{7}{8}$ tonnellate, è la metà della resistenza di 87 3/4 tonnellate.

Per adottare un altro modo di calcolo, dice quest' ingegnere, prendendo la quantità totale delle catene di sospensione a 5 volte tanto di forza che la teoria suppone come sufficiente per portare il ponte ed il suo carico, risulta da ciò $\frac{27}{5}$ = 5 2/3 tonnellate che sarebbe il peso attuale di ogni pollice quadrato di ferro. Moltiplicando ciò per 3 1/4 di pollice (sezione di ciascun catenone) si hanno 17,55 tonnellate (17738,8 chilogrammi) come il peso che potrebbe essere portato da ogni linea di catene. Supponendo che l'estensione degli esperimenti aumenti o raddoppi il peso che agirebbe sulle catene la cui grossezza si è di sopra fissata, il prodotto sarebbe $17{,}55 \times 2 = 35\ \frac{1}{10}$ tonnellate come peso appropriato. Questo prodotto corrisponde quasi al primo risultamento e fornisce 11 tonnellate ogni pollice quadrato della sezione di una verga di ferro. — Dietro ciò, fu deciso, come regola generale, undici tonnellate per ogni pollice quadrato di sezione delle catene di sospensione. Il che dà per una catena di tal ponte 35 tonnellate. Finalmente osserveremo che il peso di 11 tonnellate fu del pari adottato pel pollice quadrato nella mia opera sull' Architettura Civile.

La macchina, figura 6 e 7, Tavola T, destinata agli sperimenti fatti da Provis, era composta di una serie di tre ruote *s*, *k*, *l*, di tre rocchetti *m*, *n*, *o*, e di leve. Ogni catenone fu tenuto da una catena articolata *b* grossa pollici 1 1/7. Essa girava intorno al cilindro *a* di pollici 9 7/8 su cui era attaccata. L'estremità opposta del catenone si era attaccata nello stesso modo alla catena articolata che era unita col mezzo di una vite a dado coll' albero *e* della ruota dentata *t*. La mezza lunghezza di quest' ultima catena che poteva avvolgersi al cilindro *e*, era pollici 6,31. La lunghezza di ciascuna delle due leve *c*, *c*, fissate sull'asse del cilindro *a*, era pollici 57,25. Il braccio breve delle leve *d*, *d*, era pollici 2,72 e il braccio lungo all' estremità del quale era la bilancia *g*, destinata pei pesi, aveva pollici 54,62 di lunghezza. Dietro questi dati si ebbe $\frac{57{,}25.\ 54{,}62}{6{,}31.\ 2{,}72}$ = 184 circa; il che sarebbe il peso del catenone per ogni libbra nella bilancia *g* che era caricata d'un peso di 350 libbre. Quattro operai giravano i manubri *h*, *h*, finchè si elevarono la bilancia ed il suo peso; per conseguenza l'ultimo pure era trasferito al catenone di sperimento. Moltiplicando il peso posto sulla bilancia per 184, il prodotto è 32 1/5 tonnellate, 2 4/5 tonnellate meno del peso proposto sopra, come peso normale che si potrebbe sospendere colla maggior sicurezza a ciascuna catena di sospensione dell'altezza di pollici 3 1/4 e della larghezza di un pollice. Ma bisogna aggiugnere la forza necessaria per vincere l' attrito degli assi della macchina nei loro cuscini e della bilancia nel suo punto di movimento. Quest' attrito fu equilibrato con un con-

trappeso *t* di 347 libbre sospeso al braccio breve *u* della bilancia: non vi ha dubbio che quest'attrito eguagliasse almeno 2 4/5 tonnellate che sembravano mancare per l' ultimo calcolo. Inoltre è probabilissimo che l' attrito potesse essere di un valor maggiore di 2 4/5 tonnellate, e si può quindi ammettere la resistenza per un catenone 40 tonnellate invece di 35. Nel tempo che la verga sperimentata che doveva servire per un catenone era esposta a questa tensione si batteva fortemente a colpi di martello che impressero una subita vibrazione nella verga. Con ciò sperimentossi assai rigorosamente la resistenza dei catenoni, poi si esaminava accuratamente se aveva essa de' sintomi di rottura. Terminato un esperimento si allentava la macchina e si staccava il catenone dalle due catene articolate. La prova sicura che il primo non aveva subito verun' allungamento si manifestava quando le sue due orecchie corrispondevano a quelle del catenone normale.

In questo modo fu sottomesso alla prova ciascun pezzo di ferro che doveva essere impiegato nel ponte di Menai; e Provis ha dato nella terza appendice dell' opera un quadro, in cui ecco i numeri dei pezzi che sono stati provati.

Verghe di ferro 4 pollici alte, larghe 1 1/2, destinate ai catenoni di fermaglio.	5032,	60*).	0**).	0 a).	4072 b).
Anelli destinati ad unire i catenoni. .	6238,	175.	0	0.	6063.
Verghe di pollici 3 1/4 di altezza sopra un pollice di larghezza destinate pei catenoni del ponte. . . .	10476,	249.	100.	47.	10080.
Numero di tutti i pezzi	21746,	448.	100.	47.	20215.

*) Numero dei pezzi rifiutati, essendo imperfettamente lavorati o bruciati nella fucina.
**) Numero dei pezzi offesi nelle prove. a) Numero dei pezzi rotti in due parti. b). Num. dei pezzi non difettosi ed impiegati.

Telford, dopo aver ripetute le più accurate ricerche sulla località dello Stretto di mare che separa Carnavonshire dall' Isola di Anglesey, si decise ad erigere il ponte nella direzione di uno scoglio in frente a quest' isola chiamato *Ynys-y-moch*, figura 7 Tavola R, ed a costruire un ponte sospeso a maglie o catenoni lunghi: ora le corde in fili di ferro sono troppo facili a far nodi e soggette e forti attacchi prodotti dagli uragani furiosi che si scatenano di spesso sopra questo stretto di mare; i quali obbligavano l' ingegnere ad evitare i movimenti oscillatori e transversali delle catene, come pure un innalzamento della via del ponte. I quali effetti produrrebbero la rottura dei sospensori e di altri punti essenziali di una tale costruzione, se non avessero peso bastante. Questa è probabilmente la ragione per cui Telford applicò ottanta linee di catene al ponte.

Acciocchè il lettore si faccia una chiara idea di questa grande costruzione, ne ho fatto incidere le sezioni ed alzati sulle Tavole Q, R, S, T; riunite una contro l' altra formerebbero un insieme presentante tutto il ponte suddetto.

Il ponte di Menai detto anche di Bangor, il cui progetto fu terminato nel 1818, si cominciò nel settembre di quest' anno, benchè non fosse accordata che la somma di 20000 lire sterline pei primi lavori, e benchè il *Bill* per lo stabilimento di questo gran monumento nazionale che fa tanto onore al suo costruttore non passasse alle camere che il 2 luglio 1819 allorchè le arcate di pietra dalla parte di Anglesey e la gran piramide troncata dalla parte di Carnavonshire erano già fondate.

Questo ponte è composto dalla parte d' Anglesey di quattro arcate di pietra, fig. 1, tav. P e dalla parte opposta di tre; ed alle estremità della grande apertura di esso, di due piramidi troncate. La saetta inversa delle sue catene di sospensione è 40 piedi (38 piedi di Francia), e sta all' apertura come 1 a 14,32. In ciascuna piramide sono situate quattro casse di ferro fuso che io chiamo casse delle selle tav. S. fig. 3, metà della quale rappresenta l' alzata e metà la sezione transversale. Ciascuna delle otto casse delle selle, sostenute dalle due piramidi, è attraversata da 20 catene, e siccome due casse portano la stessa serie di catene, il numero di queste ultime arriva a 80. Le superficie delle selle su cui poggiano i catenoni di rannodamento, fig. 4, tav. P, corrispondono alla direzione delle catene di sospensione e di ritenzione; questa è la ragione per cui queste superficie sono convesse. I 444 sospensori sono alternativamente attaccati agli anelli che congiungono le catene col mezzo di una caviechia di 2 pollici di diametro, attraversante due anelli collaterali, munita da una parte di una testa e dall' altra di una vite e dado, fig. 5, tav. T. Ogni anello ha la spessezza di un pollice e 18 pollici di lunghezza. A questi sospensori è attaccato immediatamente il corpo della via del ponte fig. 4 tav. S, che ha due piedi di curvatura, acciocchè pos-

sa avvicinarsi alla direzione orizzontale quando la catenaria si allunga alquanto per l'effetto dei pesi che passano sul ponte o per quello dall'influenza atmosferica. L'area del ponte si eleva 103 piedi sull'alta marea, e le due piramidi troncate s'innalzano sopra di essa 160 piedi. — Di queste ognuna è penetrata da due passaggi *a*, *b*, fig. 3, tav. S, che servono pei veicoli e pai pedoni. I sospensori di un pollice quadrato portano col mezzo di una forte caviechia la quale attraversa in pari tempo le due verghe di ferro, *a*, *b*, fig. 5, formanti i suoli del tavolato, una parte delle quali è disegnata nella fig. 2. La larghezza dell'area del ponte è 28 piedi; essa è divisa in due vie pei veicoli, figura stessa, e nel mezzo si trova il marciapiede largo 4 piedi. Ciascuno dei detti suoli è composto di due linee di verghe, *a b*, *d a*, fig. 5, fra le quali fu intromesso un pezzo di legno per dare maggiore stabilità ad un tal suolo. Ognuna di queste verghe è alta pollici 3 1/2 per 6 linee di larghezza e 12 piedi di lunghezza. Due coppie di queste verghe *e f*, fig. 5, formanti una larghezza di 5 piedi, furono sospese e caricate di un peso di 5 in 6 tonnellate (5080 a 6096 chilogrammi) per riconoscere la resistenza. Sotto questo carico le verghe cominciarono a piegare; levato esso si raddrizzarono, onde questo sperimento accertò che i compartimenti di questi suoli porterebbero con sicurezza il tavolato ed il peso che passerebbe sull'area del ponte. Nulladimeno vedremo in seguito che queste verghe non hanno resistito alle scosse delle burrasche. Due strati di tavoloni, fig. 4, grossi ciascuno tre pollici, si posero sopra i compartimenti de' suoli *c*. Finalmente l'area della grande apertura del ponte si compone ove è destinata al carreggio, di un pavimento su pezzi di ferro fuso, fig. 3, tav. T, sopra uno strato di feltro impregnato di catrame e di pece.

L'enorme peso, 500 tonnellate (508000 chilogrammi) delle parti di ferro e della via del ponte, senza valutare i pesi che si muovono su esso, pesi tutti che agiscono sulle piramidi troncate, esigeva l'invenzione di un espediente per distribuire egualmente la pressione verticale di questo carico sulle piattaforme delle piramidi. Stabilì quindi Telford di far attraversare le menzionate casse di ferro fuso dai catenoni di rannodamento senza attaccarli a queste casse. Ma non era facile trovare il mezzo perfetto, acciò questi catenoni potessero muoversi leggermente. Ecco l'invenzione così felicemente applicata per la prima volta a questo ponte. Mediante una capra armata di funi e di taglie, s'innalzano sulle piattaforme delle due piramidi, otto tavole di ferro fuso, 1 a 8, fig. 5 e 6, tav. Q. Esse hanno 40 pollici di spessezza, sono congiunte l'una all'altra con addentellati e infossate nelle pietre calcaree e durissima di cui si sono costrutte la piramidi stesse. Un tal piano formato da questi otto pezzi di ferro fuso ha piedi 32 1/2 di lunghezza sopra 9 di larghezza; ed è circondato da un quadro *a b c d* di verghe di ferro ed unito con cinque traverse *i*, *h*, *g*, *f*, *e*, dello stesso metallo. Questi ultimi sono sepolti nelle incavature dai pezzi di ferro fuso. Sui quattro compartimenti *i*, *g*, *f*, *e*, tanti pezzi di ferro fuso furono collocati quanti se ne vedono nei due dalla figura 5. Ciascuno di essi ha 8 piedi e 7 pollici di lunghezza sopra 11 pollici di altezza nel suo mezzo. Chiameremo un tal pezzo *a b*, fig. 3, tav. R, cuscino della cassa delle sella. Esso è circondato e ritenuto nalla sua positura da un quadro *e b*, fig. 5, tav. Q, di verghe di ferro; la sue nove coste *i*, fig. 3, ritengono gli otto cilindri di ferro *d*, di 8 pollici di diametro e 5 piedi di lunghezza; si possono muovere negli otto incavi *c* figura 3 Tavola R. La detta cassa può dunque avere un poco di movimento, quando le catene di sospensione si allungano per l'influenza della temperatura atmosferica, o quando ricevono per effetto di un vento forte un' oscillazione od uno scuotimento laterale. Tali effetti non possono dunque influire in modo pericoloso durante i venti mediocri, nè sulla catenaria, nè sui sospensori, nè sulle piramidi formanti i sostegni. Le catene di sospensione tendono al contrario a ritenere costantemente il peso che agisce sulle piattaforme di ciascuna piramide, in una direzione verticale.

La figura 6, Tavola Q, rappresenta il modo con cui due serie di queste catene, ciascuna di cinque, attraversano due casse delle sella *b* e *d*. Nei quattro passaggi od intervalli 1, 2, 3 e 4, figura 3, Tavola R, di una tal cassa sono allogati i venti catenoni di rannodamento (cinque serie in ciascun intervallo) che uniscono altrettante linee di catene di sospensione ed altrettante linee di catene di ritenzione. Ogni catenona ha 6 pollici di altezza per 6 e 1/2 di larghezza. Per collocare comodamente cinque catanoni l'uno presso l'altro si è dato a ciascun passaggio un' altezza di 7 pollici.

La maggior parte dei catenoni hanne ricevuto due orecchie circolari di 3 pollici di diametro. Ma la difficoltà sta nel foggiare ciascun catenone secondo la lunghezza normale. I costruttori che tempo fa impiegarono sempre i catenoni ad orecchie rotonde erano dunque obbligati ad allungare od accorciare una catena mettendola sui sostegni. Perciò Traitteur e Telford, il primo ne'suoi ponti di Pietroburgo e l'ultimo nel suo ponte di Manai, hanno provveduto alcuni catenoni, e specialmente quelli che si approssimano ai sostegni ed alle piastre di fermaglio, ad una della loro estremità, con un occhio, figura 5, Tavola R, che ha 13 a 19 pollici di lunghezza, benchè la larghezza non sia che di 3. Quando una catena doveva essare accorciata, si piantava in quest'occhio una specie di birillo che riceveva all'alto una testa che toccava la flanella inzuppata d'olio od un feltro che circonda la cavicchia attraversante quest'occhio. Talvolta vi si sono piantati anche due birilli. Rapporto ai catenoni e cavicchie di rannodamento noteremo: 1.° che i primi nelle

catene di attacco hanno un' altezza di 4 pollici, una larghezza di pollici 1 e 1/2, ed una lunghezza di piedi 7 e 1/2 inclusivamente alla semilunghezza di un anello di rannodamento; — 2.° che le cavicchie di queste catene hanno un diametro di 4 a 6 pollici, e che quelle che ritengono le estremità di queste catene nelle camere *h*, figura 2, Tavola Q, tagliate nelle rocce hanno pure una lunghezza di 9 piedi e 1/2 e che le cavicchie attaccanti gli altri anelli e catenoni hanno un diametro di 3 pollici. Telford fortificò questi catenoni di fermaglio e cavicchie perchè si poteva supporre che l'ossidazione del ferro si accrescerebbe nelle gallerie sotterranee, e che si troverebbe una grande difficoltà nel voler ridipingere o rimpiazzare questi pezzi.

Siccome era necessario che le catene restassero nel senso delle altezze parallele e nella distanza prescritta dall' ingegnere, si posero alternativamente fra le linee di catene, verghe di ferro *a*, *b*, *e*, figura 7, Tavola V della sezione di un pollice quadrato, e si attaccarono agli anelli *d* con cavicchie a vite e dadi a testa poligona. In questo modo tutte le linee delle catene ricevono l' impressione dei pesi che passano sul ponte; ed una linea sola non può esclusivamente ricevere un' ondulazione se tutte le altre linee non la risentono nello stesso momento. La stabilità della catenaria risulta dunque in gran parte da questa disposizione.

Le catene di ritenzione riceverebbero a cagione della loro straordinaria lunghezza una pericolosa ondulazione specialmente nelle burrasche, la quale influirebbe sul moto oscillatorio della catena di sospensione, e questo movimento aumenterebbe la vibrazione delle catene di ritenzione. Ma Telford applicò un metodo per ovviare a questi perniciosi effetti e per aumentare la stabilità di tutte queste catene come pure la stabilità della via del ponte. Egli ha incastrato nella fabbrica delle arcate e in quella delle sponde della strada tutte le verghe verticali *a b* figura 1, Tavola R, che partono dalle catene di ritenzione, e noi le chiameremo *verghe di tensione*, o *di sicurezza*, e non già sospensori, perchè nulla è sospeso a queste verghe. Questa disposizione si manifesta dunque come un miglioramento nella costruzione di grandissimi ponti esposti agli assalti di venti furiosi.

La lunghezza straordinaria delle catene di ritenzione e di attacco, risultante dalla distanza delle due rocce a cui si dovevano attaccare le estremità o piastre di fermaglio di queste ultime catene, esigeva de' sostegni intermedi fra ciascuna delle due piramidi troncate e l' origine di tali catene presso la roccia. Esse hanno un' estensione dalla parte d' Anglesey di 610 piedi, Tavola Q, e da quella di Carnavonshire, Tavola T, di 550 piedi. Le prime riposano sopra sostegni posti sotto la volta B figura 1, formati da quattro casse di ferro fuso *k*, *l*, *l*, *m*, figura 2. Tavola Q. Ciascuna di esse, figura 12, ha quattro selle convesse penetrate da quattro passaggi ove son collocati gli anelli di rannodamento, *c c* figura 4. In questa figura si osservano quattro ordini di catene d' attacco *a*, *a*, una sull'altra ed un' orecchia bislunga *e*. La figura 11 presenta la pianta di una tal cassa, e la figura 12 la sezione. Essa è trapassata verticalmente da due verghe di ferro che entrano in due inforcature tagliate nella roccia, e terminano superiormente con una vite *a b* per essere attaccate solidamente e per avere una perfetta stabilità.

Dalla parte di Carnavonshire il sostegno intermedio trovasi nella casa di dogana A, figura 1, Tavola T. Le catene posano negl' intervalli di quattro casse di ferro fuso, di due delle quali vedesi la sezione nella figura 4, Tavola T; sono esse rinserrate in un quadro di ferro e sostenute da volte; la figura 2, Tavola T, presenta la detta casa e la sezione del suo piano ove si osserva il collocamento delle casse intermedie in *a*.

La direzione delle catene di ritenzione e di attacco come pure la loro perfetta unione in un corpo solido che mai possa cangiar sito, e il modo di fissare le ultime e le loro piastre di fermaglio, formante ciò che chiamiamo *armadura delle catene*, tutto ciò esige la più matura considerazione. Quest' armadura è della maggior conseguenza nell' esecuzione dei ponti sospesi, specialmente in quella del ponte di Menai, che offre l' apertura più grande di tutti i ponti fino ad ora gettati sui fiumi o sui rami di mare.

Tenterò frattanto di far conoscere al lettore questa armadura così notevole; a tale effetto ho approfittato delle opere di Telford e dei disegni che vi sono uniti. Due rocce alle due sponde del ponte, figura 1 e 1 Tav. Q e T, formano due corpi di armadura immoti. Ma per estendere le catene fino ai punti di attacco erano inevitabili le gallerie sotterranee chiamate *tunnels* dagli Inglesi. Le prime parti di queste gallerie consistono in volte e le altre sono state tagliate nella roccia. Quasi ogni corpo di catena ha ricevuto la sua galleria, che lascia allato delle catene un intervallo di pollici 18 per le manovre. Le figure 2, Tav. Q, e 3, Tav. T, rappresentano tutte queste gallerie indicate dalle lettere *a*, *b*, *c*, *d* ed *i*, e le camere di circolazione da *h*, *h*. Si giugne a tutte queste gallerie pei sentieri *t n*, tagliati in parte nella roccia. Le gallerie dalla parte d' Anglesey hanno pure cinque ingressi: uno comincia nel sito voltato B, fig. 1, Tav. Q, e quattro ingressi si trovano nell' argine innanzi alla coscia che guarda Carnavonshire, figura 2.

L' armadura delle catene d' attacco nel ponte di Menai è non solo ingegnosissima ma anche istruttiva. Per addossare solidamente le piastre di fermaglio di ferro fuso *a a*, *d e*, fig. 8, Tav. Q, ciascuna delle quali ha 8 1/2 piedi di lunghezza per 18 pollici di altezza e 6 di spessezza, contro la roccia, vi si sono tagliate delle impostature *w*, *w*, fig. 2, contro le quali si appoggia la piastra

a, *a*, nella quale sono imbrigliati i quattro catenoni *c*, *c*, *c*, *c*. Una seconda piastra *d e* s' indossa a questa prima, e tutte due sono situate perpendicolarmente sulla direzione delle catene. Poscia si sono coperte queste due piastre, come pure l' origine dei catenoni, con una larga piastra di ferro fuso *d i* fig. 9. Da una parte ha quattro intaccature rettangole, e dall' altra quattro circolari. Queste ultime e le prime orecchie dei catenoni sono attraversate da altrettante cavicchie di ferro *m*. Ogni cavicchia di fermaglio è del diametro di 4 pollici e lungo 9 piedi, essa attraversa le cinque orecchie d' una serie di catene; cosicchè queste quattro cavicchie attraversano i venti catenoni di un corpo di catene; e sono forse con una estremità incastrate nella roccia. Bisogna osservare che queste piastre come anche la struttura seguente, si ripetono dall' altra parte all' origine d'un corpo di catene. Tre verghe di ferro fuso *i*, *i*, *i*, sono intrecciate negli angoli rientranti *k* della grande piastra *d i* e nell' altezza *h a* della galleria; e le verghe *o*, *b*, *b* sono incastrate nel suolo della roccia. I due corpi intermedî delle catene di attacco hanno probabilmente alle loro due parti le stesse armadure, ma affinchè uno di questi due corpi non potesse avvicinarsi all' altro vi si sono poste le verghe M, fig. 10, nell' intervallo delle catene e della roccia. Sulle dette piastre ed anelli di rannodamento si sono messi i cassoni di ferro fuso *p*, *p*, N, N per guarantire queste parti dall' umidità e per aumentarne la stabilità. Gli ultimi cassoni e quello in L si addossano alle verghe *c d* che si appoggiano alle impostature tagliate nella roccia. Per evitare l' abbassamento dell' origine di un corpo di catene vi si son messi sotto alcuni quadri di ferro fuso fig. 8, Tav. R.

Dalla parte d' Anglesey le catene d' attacco furono poste il 22 maggio 1825, cioè otto mesi dopo che erano compiute le arcate di fabbrica. Alla situazione delle catene nelle gallerie hanno servito presso la loro origine i detti quadri, e dall' altra parte pezzi di legno di quercia, e questi furono poscia levati dopo che fu terminata tal situazione. Finalmente per distendere le catene nelle gallerie fu situato all' uscita della galleria stessa un argano armato di grossa fune e di due taglie. Questa manovra esigeva la forza di 8 tonnellate (8128 chilogrammi) per mettere e tenere in movimento l' argano con un numero bastante di uomini.

Accomodate perfettamente le catene, si collocarono due paia di lastre di ferro *a* e *b*, fig. 7 e 14, Tav. Q. Ciascun paio era commesso con dadi per abbracciare fortemente le catene. Quindi vi furono piantati i pezzi di legno cuneiformi *c*, *c*, acciocchè le piastre non strisciassero lungo i catenoni. Due staffe di ferro *d*, *d*, penetrate dalle cavicchie *e*, *e*, furono messe intorno alle piastre *a*. Due verghe di ferro *f*, *f*, passavano fra le piastre *b*, *b*, e furono impedite dal volgersi coi pezzi *g*, *g* e colle chiavi *h*, *h*, le quali attraversavano queste verghe. L' estremità opposta di ciascuna verga era penetrata da un foro circolare per cui passava una specie di cappelletto rotondo *i*. Tutti e due attraversavano pure i fori delle lamine *k*, *k*, che erano del pari attaccate alle verghe *f*, *f*, con cavicchie a vite *e e*, acciocchè la commessione dei pezzi *d*, *k* ed *f* formassero un tutto. Quindi si applicò verticalmente su ciascuno dei cappelletti la leva *l*, lunga 10 piedi circa, e si abbassò nello stesso momento l' una e l' altra leva col mezzo di corde e taglie *m* finchè queste leve fossero parallele alle verghe *f f*. Questa operazione dando ai cappelletti *i i* un quarto di rivoluzione, ed essendo la distanza fra il loro centro pollici 1 1/4, necessariamente le piastre *a*, *a*, *b*, *b* ed i catenoni coi quali erano perfettamente combinate si trovarono ravvicinati di pollici 1 1/4. Le zeppe *c c* furono allora piantate. Impiegate le leve come alla prima volta, si riceveva di nuovo un tale accorciamento della catena. Finalmente si ripetè questa operazione tante volte quante fu necessario.

Circa il perforare le orecchie nelle verghe di ferro destinate alle maglie o catenoni, osserveremo che furono rettificate a cagione della loro lunghezza e grossezza e si lasciarono raffreddare queste verghe di ferro, destinate ai catenoni prima di farvi i fori od orecchie. Fissato il centro di questi ultimi col mezzo di una macchina, e secondo una maglia normale, si applicò un'altra macchina nella quale era fortemente ribadito un trapano d' accaio messo in moto coll' applicazione di qualche ruota. S' impiegò pure la vite terminata da saetta d' acciaio girata col mezzo di due bilancieri.

Prima di fare sperimenti sulla resistenza dei due assortimenti di verghe di ferro che sostengono la via del ponte da noi chiamati *suoli*, e prima che si elevasse il cuscino della cassa delle selle sopra una piramide troncata, si facevano sperimenti sulla resistenza delle funi che dovevano servire alle macchine destinate alla tensione. — Questi sperimenti fatti con una macchina, fig. 6, Tav. R, diedero questo risultamento; che una corda di pollici 5 1/4 di circonferenza si rompeva con un peso di 6 3/4 tonnellate (6858 chilogrammi). Una corda di pollici 4 1/2 si ruppe con un peso di tonn. 4 $\frac{4}{10}$ (4180 chilog.) e finalmente una terza corda della stessa circonferenza, ma di canape migliore, si ruppe con una forza di 6 tonnellate o di 6096 chilogrammi.

Era essenzialissimo conoscere 1.° la tensione d' una catena della stessa dimensione, curvatura e lunghezza che dovrebbe formare una linea di sospensione nel ponte di Menai; 2.° determinare le diverse lunghezze dei sospensori che dovrebbero essere attaccati alla catenaria di questo ponte. A tale scopo si fece sospendere la catena *m*, fi-

gura 2, Tav. P. Una delle sue estremità fu attaccata sul cilindro *b*, fig. B, Tav. V, col mezzo di una breve catena articolata *a*, che è stata ritenuta da corde e carrucole e dall' asse della ruota e girato da una manovella. Il braccio di leva orizzontale *f*, fig. A, era 10 piedi e 10 pollici, e il suo braccio breve stava al primo come 1 a 13. L' ipomoclio fu sostenuto dal sospensorio *r* fatto con due verghe di ferro. Esso era attaccato alla leva spezzata *o k r*, mobile intorno al perno *k*, unito colla punta *b* della capra *l b*; alla terza punta *o* di questa ultima leva era attaccata la catena *m* ed al braccio breve della leva orizzontale *f* era sospesa una catena membrata *g* attaccata alla roccia con un' ulivella *m*. Al braccio lungo *f* della leva era attaccata la bilancia *h*. Con quest' apparato si abbassò il braccio lungo della leva, e la catenaria fu serrata fino alla deflessione di 40 piedi. Si accomodò il peso e si trovò che 289 1/2 libbre sulla bilancia eguagliavano la tensione di quella catena. Ne risultò 3763 1/2=289 1/2×13. Finalmente Telford trovò che 6134 libbre bilanciavano la catena e che il peso di questa catenaria era nei punti di sospensione 39 tonnellate, 13 quintali; una libbra e 24 once. 3.° Per determinare la lunghezza dei sospensori fu sospesa una catena di un quarto della vera lunghezza e della curvatura inversa della catenaria del ponte, ed al di sotto, con questa proporzione, una linea orizzontale di tavole sulle quali fu delineata la curvatura della via del ponte e la linea dei suoli. Allora si misurarono le verticali prese dei punti che secondo la detta scala segnarono il mezzo degli anelli, fino alla metà di questi suoli.

Prima d' impiegare i pezzi di ferro battuto, si preservò il ferro contro la ruggine e la corrosione col metodo seguente. Benchè non si conosca un rimedio perfetto e che del tutto riesca, perchè nessuna sostanza penetra sufficientemente nella superficie del ferro, ed applicata si stacca strofinando il ferro, nondimeno si trovò che l' intonaco d'olio formava una vernice sottile e compatta che difende il ferro dall' influenza dell' aria fino a che l' attrito dei pezzi uno contro l'altro non la porti via. Si riscaldarono i catenoni, gli anelli, le viti ecc. in un forno ad una temperatura sopportabile alla mano e s'immersero questi pezzi nell' olio di lino. Dopo qualche minuto si levarono e si rimisero nel forno per seccarli ad un calore mediocre, sostenutovi per tre o quattro ore. Ritirando i pezzi per la seconda volta dal forno, si è trovato che l' intonaco d' olio avea formato la detta vernice internatasi nei pori del ferro.

Finalmente dietro tutti i pezzi di ferro battuto e di ferro fuso che s' indossavano alla roccia od alla fabbrica si applicarono pezzi di flanella inzuppati d' olio, e questo metodo fu pure applicato fra due pezzi che si toccano immediatamente o che lasciano fra loro qualche intervallo, per esempio l' intervallo fra i due anelli di rannodamento di una catena. Tutti i pezzi dell' armadura e della base delle casse delle selle sono sovrapposti l'uno all' altro o addossati alla roccia od alla fabbrica o ad un' altra parte della costruzione. Invece di flanella si faceva uso pure di un feltro inzuppato di catrame e di pece.

Verso la fine dell' anno 1821 le cosce e le pile di tutte e sette le arcate collaterali erano compiute. Nell' anno 1822 le arcate dalla parte di Carnavonshire furono voltate e si cominciarono gli archi della parte opposta, come pure le gallerie sotterranee tagliate in parte nella roccia e in parte composte di volte in fabbrica; come si vedono indicate nelle fig. 1, Tav. Q, e fig. 1, Tav. S e T.

La piramide tronca dalla parte d'Anglesey s'innalzava il 21 giugno 1823, piedi 5 sopra la via, e quella dalla parte di Carnavonshire giugneva al livello delle arcate collaterali. Nel mese d' ottobre fu cominciata l'armadura delle catene di attacco; verso la fine di quell' anno tutte le arcate erano serrate e le due piramidi si elevavano fino a 30 piedi sopra la strada. Nell' anno 1824, i lavori furono spinti con tanta celerità che nel maggio 1825 la piramide dalla parte di Carnavonshire era finita. Dopo avere stese le catene di ritenzione, s' intraprese il collocamento di quelle di sospensione. Le prime furono stabilite su palchi fatti di pali e di ascialoni che li coprivano transversalmente, e di tavole.

Prima che fossero collocati i primi catenoni di rannodamento sulle due piramidi fu proposto d' aprire fra queste ultime un ponte di servigio fatto con forti corde e tavole poste sopra le linee di esse per distendere le catene su questa comunicazione. Ma quest' idea fu abbandonata, certamente a cagione delle burrasche e della spaventevole elevazione sul mare, e perchè questo passaggio sarebbe stato troppo pericoloso. Si operò quindi nel modo seguente: posate le catene di ritenzione e di rannodamento, fu messo un puntone su questo stretto di mare ed allineato fra le due piramidi. Allora le catene di sospensione A, figura 4, Tav. P, attaccate ai catenoni di rannodamento, furono calate nel puntone col mezzo di un falcone sarchiato, di funi e d' un palco sospeso stabilito sulla piramide dalla parte di Carnavonshire. Queste catene giunte sul puntone vi furono spiegate fino ad una certa distanza dalla parte inferiore della piramide opposta cioè da quella della parte d' Anglesey, fig. 3. Essendo il puntone molto agitato dalle onde, si posero ai suoi lati delle botti come galleggianti; ma questo espediente non corrispose allo scopo, e si attaccarono in loro vece forti travi lungo i lati del puntone. Poscia furono tirate in alto le catene di sospensione fino innanzi alla piramide dalla parte di Anglesey. Per questa operazione si collocarono sopra ed allato di questa piramide un falcone sarchiato tenuto nella sua posizione dal cavo B, fig. 3, e fissato sull' argine, ed un cavalletto *a*, come pure una piattaforma. Per evitare la curvatura ed il rivolgimento

di una tale catena, specialmente de' suoi primi catenoni i, b, fig. 3, vi fu posta sopra una trave m e legata con funi ai due ultimi cotenoni. Quindi si attaccarono oi catenoni, col mezzo di un maschio r r, del diametro di pollici 4 1/2, figura 5, attraversante il cilindro h, h, le taglie d, e mediante le corde k che attorniavono il cilindro ed i maschi v, v del diametro di 4 pollici; fanno parte dei quadri u, u. Le quattro carrucole agivano intorno ai maschi t, t del diametro di 2 pollici portati da due quadri di ferro. Sei corde univano queste otto carrucole olle altre sei e e. Ciascuna di queste quattordici carrucole avea 21 pollici di diametro, e linee 2 3/4 di spessezza. Le funi avevano 5 pollici di circonferenza.

Volendo tirare le catene obbliquamente al puntone innanzi alla casse delle selle, si armavano di funi tutte queste carrucole e si tiravano i due cavi f, f, di traimento legati a due grandi argani situati sull' argine e fissati col mezzo di pali piantati in esso. Volgendo queste macchine, i due cavi f, f, passavano sopra i due rulli g, g, fig. 3 e s' attortigliavano intorno ai cilindri di questi due argani. Le catene procedevano adunque dal puntone verso la cima della piramide. Una serie dei primi catenoni i sarebbe stata esposta ad una forza troppo grande, e perciò fu combinata una catena di ritenzione colle sei carrucole a taglia e, e, col mezzo di due quodri di verghe di ferro, attaccati ad un albero p, p, figura 5, collo corde w, w, e questi quadri erano muniti di due cavicchie x, x attortigliate anch' esse di corde. La serie di catene di sospensione essendo pervenuta presso la sommità della piramide, si elevò alquanto ancora col mezzo del falcone sarchiato X, tirando la corda D col mezzo di un argano situato sulla strada. Nella fig. 5 veggonsi in c, b cinque catene e si dovrebbe quindi supporre che una serie di cinque catene fosse tirata in alto con una sola manovra di questa macchina; ma dalla fig. 10. Tav. XV dell' opera di Telford, do cui queste figure furono tolte, sembra che colla prima manovra non si sia tirata in alto che una sola catena. Arrivati i catenoni b, assai presso dei catenoni di rannodamento, si osservava se l' una e l' altra catena fosse olquonto troppo lunga o troppo breve. Piantando nell' occhio bislungo A, fig. 4, uno o più birilli si abbreviava la catena e si applicava innanzi alla piramide invece di una catena ad occhio rotondo un'altra ad occhio bislungo. Finalmente fu eseguita l'unione di una serie di catene con una serie di catenoni di rannodamento, e tutte le ottanta catene di sospensione furono collocate dal 26 aprile ol 9 luglio 1825.

Stesa e collocata fra le due piramidi e sopra di esse una serie di cinque catene, si stabilì sovr' esse con tavole una specie di sentiero per poter attaccare i sospensori e giovare alle manovre e lavori seguenti: Attaccati alle serie delle catene varì sospensorì si cominciò ad unire con questo ultime i compartimenti de' suoli di ferro di cui abbiamo parlato, e che portavano immediatamente il tavolato, fig. 4, Tav. S.

Il ponte di Menai fu aperto al pubblico il 30 gennaio 1826. Esso è composto di 4520 catenoni, che pesano più di 249900 chilogrammi. Il peso delle catene coi loro 5520 anelli, 1872 cavicchie a vite e dado di 3 pollici di diametro, e le 132 cavicchie di pollici 1 1/4 di diametro che attaccano i 444 sospensori, e le altre parti di queste catene, pesano 200304 chilogrammi. I cento undici suoli di ferro pesano 25400 chilogrammi ed i 444 sospensori 7300 chilogrammi. Finalmente tutto il peso dei pezzi di ferro battuto e di ferro fuso impiegati nelle catene, nelle opere sospese e nello otto poia di rinforzi pesano 643 tonnellate, 15 quintali, 2 libbre e 7 once; vale a dire 654104 chilogrammi. Quol enorme peso di ferro battuto e di ferro fuso! Hazledine fuse i pezzi di ferro; Rhodes diresse la posatura delle catene.

Una terribile tempesta avvenuta nel febbraio o nel marzo del 1826, sollevando la vie del ponte infranse 50 suoli di ferro, uno gran parte delle due balaustrate ed un numero di sospensori, la qual rottura derivò, come pretende Telford dall' essere questi toccati dal tavolato. Per evitare in futuro tale accidente il suddetto ingegnere risolvette di aggiugnere molti rinforzi che avevano per iscopo una maggiore stabilità di tutto il complesso di questo gigantesco monumento. 1.° I corpi delle catene di sospensione e di ritenzione furono uniti nel senso della larghezza del ponte, da quadri, ciascuno de' quali è formato con sei tubi di ferro fuso, e fra essi furono tese verghe di ferro a rombi, fig. 4, Tav. S. Ognuna delle due linee di tubi che hanno un diametro di 4 pollici è unita alle sue estremità col mezzo di parti piane fuse col tubo stesso. Queste parti piane sono trapassate da cavicchie che si attaccano a' catenoni e serrano i tubi contro le catene. Questo complesso di tubi offre un rannodamento perfetto. Due quadri sono sempre impiegati l' uno presso l' altro in modo che i tubi di un quadro si abbraccino coll' ordine superiore ed il terzo dello catene; i tubi superiori del secondo quadro s' aggrappino al secondo ed i tubi inferiori al quarto ordine di catene. In tal modo sono state poste quattro paia di quadri nelle linee delle catene di sospensione e due paia da ciascuna parte di quelle di ritenzione. Questi sedici quadri di tubi e di rombi, pesanti 3864 chilogrammi circa, impediscono ai corpi delle catene di abbandonare la loro posizione. Con questa disposizione e coll' impiego delle picciole verghe a, b, fig. 5, Tav. T, che sono situate fra i diversi ordini di catene, tutte le linee di queste ricevono nello stesso momento le impressioni dei pesi che passano sul ponte e quelle dei venti impetuosi.— 2.° Due casse delle selle che prima di tale accidente erano isolate, furono unite fra loro colle verghe di ferro fuso a, b, c, d, fig. 5, Tav. R, e si vedono questi tre ordini di verghe in k, l,

m, *f*, fig. 6, Tav. Q. In questo modo le due casse di selle su ciascuna piramide hanno ricevuto maggiore stabilità. Nella fig. 2, Tav. R sono indicate in *i* le cavità in cui sono piantate queste verghe. — 3.° La struttura della via del ponte fu fortificata con un' opera arcuata di ferro, e che nella larghezza del ponte consiste in due sollievi di ferro *a*, *b* fig. 4, Tav. S, sotto ciascun suolo, attraversante un ascialone pendente o monaco *c*, *d* attaccate ai suoli con cavicchio a vite e dado; questi sollievi hanno assai contribuito alla stabilità e resistenza di essi suoli, e con questi tre espedienti la solidità del ponte fu compiuta.

Notizie sul ponte sospeso gettato sul braccio di mare, detto di Conway.

Il ponte di Conway, che mette in comunicazione l'Inghilterra coll' Irlanda, fu cominciato il 3 aprile 1822 e terminato nella state del 1826 da Provis dietro il progetto dell' ingegnere Telford. Esaminando la veduta di questo ponte rappresentata nella Tavola V, si vedono sopra una delle rive dello Stretto gli avanzi di un antichissimo castello e delle mura della città munite di torri rotonde sopra uno scoglio dirupato. Fra la maggior corrente e la riva opposta si trova un' isola e una seconda corrente mediocremente rapida e profonda. A levante di quest'isola pietrosa si stendono banchi di sabbia larghi circa mezzo miglio inglese. Sono essi del tutto coperti nell' alta marea, che talvolta s'innalza fino a 24 piedi; ma nel tempo del riflusso sono secchi, eccetto un picciolo canale.

Altre volte si attraversava questo braccio di mare in battello con molto pericolo. Un solido ponte fu dunque l' oggetto della più alta importanza per la comunicazione fra questi due paesi. Quando la costruzione del ponte di Menai era di già avanzata per l' attività del detto ingegnere, questi ricevette dal Parlamento la missione onorevole di dar principio a quello di Conway. Fu risoluto di congiugnere l' isola ad una delle rive con un argine lungo 2015 piedi, del quale la maggiore base è 300 piedi. Il dorso di questa diga che è costrutto parte a pietre perdute parte in fabbrica, sta dalla parte del mare alla sua elevazione (54 piedi) come 1 a 3. La larghezza della cresta di questa diga è 30 piedi. S' innalza essa 13 piedi sulla più alta marea, e la sommità dell' argine è provveduta di muri collaterali formanti parapetto.

Per secondare il carattere delle ruine dell' antico castello, Telford si decise di elevare a ciascuna estremità del ponte due torri rotonde terminate a merli. Queste quattro torri formano altrettanti sostegni pei due corpi di catene di sospensione. In questi edifizi si trovano le quattro casse di selle di ferro fuso che si muovono su cilindri di ferro. Tali casse elevate 25 piedi sopra l' area del ponte, sono formate come quelle del ponte di Menai. Le linee più lunghe delle catene di ritenzione sorpassano un secondo sostegno le cui selle di catenoni di rannodamento fanno parte di una cassa di ferro fuso. La superficie di tutte le selle corrisponde alle direzioni di otto catene di sospensione ed a quelle delle catene di ritenzione; essa è dunque alquanto convessa. Tutte le otto catene di attacco hanno un carretto di piastre di verghe di ferro fuso e di forti cavicchie di ferro battuto. Pretendesi che rassomigli a quella del ponte di Bangor, e le piastre di fermaglio sono ritenute da aperture tagliate nella roccia.

L' apertura del ponte di Conway è di 327 piedi (315 di Francia); e la deflessione delle catene è piedi 22 1/2. Quest' ultima sta alla prima come 1 a 15. L' area del ponte s' innalza 15 piedi sopra la più alta marea, ed è alquanto convessa. Due strati di panconi posti sopra un suolo di ferro compongono la strada o la via del ponte. Ciascuna delle quattro torri porta quattro linee di catene poste una sull' altra ad un intervallo di 10 pollici, e distanti 14 piedi nel senso della larghezza del ponte, la quale è pure di 14 piedi. Le quattro linee di catene sono unite in ciascun corpo da regoli di ferro. Ogni catenone è stato formato di cinque verghe, ed ha un' altezza di 3/4 di pollice e la larghezza di un pollice. Le otto catene portano alternativamente i sospensori o tiranti, la sezione de' quali è un pollice quadrato. La loro parte inferiore è incastrata fra le due verghe formanti un piano o suolo trasversale; gli scompartimenti o quadrature di tali suoli sono fortificate da opere arcuate di ferro come quelle del ponte di Menai per aumentare la stabilità della via, e fors'anche da quadri in tubi di ferro fuso da noi già menzionati. I parapetti di ferro sono alti 5 piedi.

Il mettere a filo le catene di sospensione sopra una così larga apertura è sempre accompagnato da grandi difficoltà. Da prima si fece condurre la zattera, di cui abbiamo parlato, innanzi ad Aberconway; ma la rapidità della corrente era tanto aumentata per la restrizione prodotta dalla diga arginata, che la zattera non poteva essere fissata con sicurezza. D' allora in poi Telford fece stendere forti canapi sull' alte delle torri fissandoli con un capo alle catene di ritenzione, che erano già stese sopra i palchi formati di pali verticali coperti di cappelli. I canapi furono stesi con argani e taglie. Collocate che furono parallelamente e sopra sei linee di canapi, delle tavole nel senso della larghezza, si fecero stendere su questo ponte di servigio quattro catene di sospensione e si collocarono nelle differenti linee determinate dal progetto. Accomodate le catene, ed attaccati i sospensori, furono poscia levati i canapi e messi sotto il secondo ponte di servigio per ripetere questa manovra.

È osservabilissimo come il ponte di Conway che attraversa un braccio sì grande di mare non sia composto che di otto catene di sospensione, ben-

chè l'apertura sia di 327 piedi, e la sezione di tutte queste catene non sorpassi 26 pollici quadrati, misure inglese.

Un paralello fra il numero dei corpi e delle linee di catene e fra la sezione generale di tutte queste catene dei due grandi ponti di Menai e di Conway è tanto più interessante in quanto che questi due monumenti sono stati eretti dallo stesso ingegnere. La sezione generale delle catene del primo ponte è 80×3,25 = 260 pollici quadreti, e quella del secondo è 8×3,25 = 26 pollici quadreti. Le aperture di questi due ponti sono nella proporzione di 327 a 572,7; i numeri dei corpi di catene come 2 a 4; i numeri delle catene come 8 a 80: le larghezze di questi ponti come 14 e 28. Dietro questi confronti si potrebbe concludere che la sezione di tutte le catene del ponte di Menai sieno troppo grandi a paragone di quelle del ponte di Conway, che nondimeno resiste a tutti i carichi che vi passano sopra ed all'impeto dei venti. Ma si deve osservare che il ponte di Menai esigeva l'enorme peso di 80 catene di sospensione per evitare le perigliosa ondulazione che potrebbe essere prodotta dall'attacco dei furiosi uregani che essai di frequente s'innalzano su questo stretto di mare. Una di tali burrasche ha distrutte molte parti essenziali di questo ponte, come si è notato: la via del ponte fu sollevata di qualche piede. Benchè si sie dopo fortificato questo corpo del ponte con un'opera arcuata e con eltri modi, penso che sarebbe utilissimo enmentare il peso di questa via con un pavimento ancora e con puntelli di legname tesi sott'essa e fra i suoli di ferro, e contro i travi d'eppoggio, chiamati a croce di S. Andrea. Queste aggiunte, per nulla costose, aumenterebbero di molto la stabilità e la resistenza del ponte, e consiglio tutti gl'ingegneri d'impiegare sempre in tali costruzioni i suddetti puntelli, mentre l'esperienza mi ha convinto delle loro utilità e gli ho adoperati in tutti i grandi ponti da me eretti, e le cui arcate sono costrutte di pezzi centinati. Queste arcate hanno l'apertura perfino di 220 piedi. Le catene non sarebbero troppo aggravate dal peso di un pavimento largo 4 piedi perchè resistono almeno ad un carico di 35×80 = 2800 tonnellate, che equivalgono a 2844400 chilogrammi. Ogni piede quadreto adunque dell'area del ponte potrebbe essere sopraccaricato di 177 chilogrammi, carico che sorpassa molte volte il peso che avrebbe se anche tutta l'area del ponte fosse piena di uomini. Del pari i 444 sospensori non possono essere troppo caricati dal pavimento, perchè resistono ed una tensione di 444×11 = 4884 tonnellate o 4962144 chilogrammi. Se nel calcolo si mettono 8 tonnellate di resistenza per pollice quadrato (sezione di un sospensorio) ne risulta una tensione di 344×8=2552 tonnellate o 3608822 chilogrammi.

Notizie sul ponte sospeso gettato sul Tamigi al di sopra di Londra detto di Hammersmith, presso un villaggio di questo nome.

Il ponte di Hammersmith è stato eseguito negli enni 1825, 1826 e 1827 dall'ingegnere Thierney Clark e dal Capitano Brown costruttore del ponte di Tweed. L'apertura di mezzo del ponte di Hammersmith è 400 piedi e 3 pollici inglesi (Tav. V, fig 1). A ciascun lato della prima apertura s'innalzano due sostegni o piloni uniti da un'arcata che forma il passaggio. Questa fabbrica o quella delle due cosce, della spessezza di 38 piedi, sono posate sopra una palafitta. Queste masse sono di granito, di pietre calcaree durissime e di mattoni. Otto corpi di catene di sospensione passano sopra ai quattro sostegni. Le catene sono distribuite da ciascun lato del ponte, nel modo seguente: due ordini di sei catene sono situati all'insù ed altrettante al di sotto, fig. 5, e due ordini di tre catene verso il mezzo del ponte, fig. 2, e ed una distanza di 2 piedi e tre pollici dalle prime. Si contano adunque 2 . 12+2 . 6 = 36 catene di sospensione, ed altrettante di ritenzione, che riposano sopra otto casse di selle posate sopra i quattro piloni in fabbrica. La parte inferiore di ciascuna di queste casse consiste in due piccioli quadri *g*, *h*, fig. 2 e 5 incatenati sopra una piastre di ferro fusa sepolta nella fabbrica. Due aste *f e* sono unite coi piccioli quadri e servono di cuscini ai cilindri o curri *a b*, che sono del pari rinchiusi in un quadro formato da queste aste unite con traverse. La figura 4 spiega questa disposizione. Sui cilindri 2, 4, 6, 8, figura 6, è situato l'ordine superiore di sei catene. Un simil quadro si trova ancora due volte sui due piloni pei due ordini di tre catene ognuno. Ciascun cilindro, il cui asse si può muovere in un cuscino di metallo, ha un diametro di 12 pollici. I cilindri che portano le 24 catene hanno una lunghezza di 15 pollici, e quelli che sostengono le dodici catene, hanno 9 pollici di lunghezza. Gli assi di tutti questi cilindri sono situati in curvilinee, fig. 9, che corrispondono alla direzione delle catene di sospensione ed a quella delle catene di ritenzione. Tutto è coperto da un letto di fabbrica.

La vie dello spazio di mezzo è sospesa a queste 36 catene, composte di catenoni lunghi 8 piedi e 9 1/2 pollici sopra 5 pollici di altezza ed 1 di spessezza. La sezione è dunque di 5 pollici quadrati e la sezione generale di tutte le catene, di 5×36=180 pollici quadrati. La spessezza delle catene di ritenzione è di 1 pollice e 1/2; così la sezione generale è di 7,5×36 = 270 pollici quadrati. I catenoni ad orecchie rotonde sono uniti uno all'altro con anelli, fig. 7, ciascun paio de'quali è attreversato da due cavicchie del diametro di pollici 2 3/8 e munito da una parte d'una testa poligona e dall'altra d'una vite a dado. Ogni anello di rannodamento ha una lunghezza di pol-

lici 15 1/2 e la spessezza di un pollice. Ciascun paio di questi anelli ha un foro per ricevere una cavicchia di ferro del diametro di due pollici, a cui è attaccato il sospensorio, col mezzo di un anello *b*, attraversato da una seconda cavicchia *e*, fig. 7. Le catene dell'ordine superiore *c* sono situate nello stesso piano verticale degli ordini inferieri *d*, fig. 5, e fig. 7; questa è la ragione per cui i sospensori *f*, fig. 7, attaccati alle prime linee di catene non potevano essere sospesi verticalmente, quando non si fossero attaccati agli anelli, fig. 5. Tav. R. e fig. 7. Tav. V; due regoli *f*, *g*, fig. 5, Tav. R che lasciano un intervallo per cui attraversa una linea di catene; sotto questa linea due regoli sono trapassati da una cavicchia *h l*, onde sostengono la parte inferiore *m* d'un sospensorio.

L'area del ponte ha una larghezza di piedi 33 1/2, dei quali 21 1/2 sono destinati alla via dei veicoli, e 6 a ciascun lato per un marciapiede. La deflessione o il seno verso delle catene dello spazio di mezzo sta a tutta l'apertura come 1 a 26.

Le catene di ritenzione servono a metà della loro lunghezza come catene di sospensione, ed a metà come portanti il corpo o la via del ponte, la qual disposizione è finora sconosciuta, ed è rappresentata dalla fig. 1, Tavola V. Per eseguire questa ultima costruzione, si è messo sopra le catene *a*, *a* figure 4 e 5, Tav. R. (rappresentate al rovescio, onde bisogna capovolgere la tavola) una specie di cassone di ferro fuso *b b*, trapassato da una cavicchia *c* che lega un pezzo di ferro fuso *d* che fissa il suolo transversale *f* col mezzo di due morse *e* e fuse con questo pezzo. Su questi suoli di quercia è situato il tavolato *h* il cui primo strato di taveloni è coperto di un feltro inzuppato di catrame e di pece. Sotto all'area del ponte, cioè sotto ai suoli, sono tesi de' puntelli che s'incrociano e sembrano di ferro; si attaccano essi ai suoli transversali col mezzo d'intaccature.

Per dare maggiore stabilità alla via del ponte, mentre passano i veicoli si è elevata a ciascun lato un'opera ad ascialoni verticali *a* fig. 8. Tav. V, di ferro fuso con puntoni *b*. In questa figura si rappresenta con *c*, *c*, *c*, la parte inferiere dei sospensori; e in qual modo attraversano i suoli transversali *d*, *d*. Le catene d'attacco *c*, *d* fig. 3, sono ritenute dalla piastra di fermaglio in ferro fuso *a b*, nella quale sono incastrate le grosse cavicchie *g*, *h* col mezzo di cuscinetti *e*, *f*. Queste cavicchie, del diametro ognuna di 6 pollici, sono adunque ritenute da due grandi piastre di fermaglio, la larghezza delle quali sorpassa quella di tutte le catene d'attacco che sono situate in una galleria a volta in ciascuna coscia.

Le linee delle catene di sospensione del ponte di Hammersmith furono messe a sito sopra canapi tesi fra i due sostegni. A tale effetto s'impiegavano due argani situati e fissati sulla riva. Il canape fu dapprima unito ad un catenone di rannodamento sopra ai detti cilindri e tenuto dalle catene di ritenzione. Situate le catene e attaccati ad esse i sospensori, col mezzo di questa specie di ponte di servigio, fatto dai canapi e da uno strato di tavole, si distrusse questa specie d'impalcatura. Ogni catenone fu sperimentato prima che fosse impiegato. Questo ponte si pretende che abbia costato 80000 lire sterline, corrispondenti pressappoco a 900000 fiorini di nostra moneta (di Baviera).

Notizie sui tre ponti sospesi costrutti a Pietroburgo, sotto la direzione di S. A. R. il Duca Alessandro di Wurtemberg, dal Generale de Traitteur.

Osserveremo tre dei ponti costrutti a Pietroburgo, approfittando delle nozioni che S. A. R. il Duca di Wurtemberg ebbe l'estrema compiacenza di donarmi, e di quelle che si trovano nell'annuario del corpo degl'ingegneri delle vie di comunicazione dell'Impero russo, e finalmente delle cognizioni comunicatemi dalla bontà di M. de Traitteur.

Il ponte Egizio, Tav. X, fig. 1, destinato al passaggio dei veicoli e dei pedoni, fu cominciato nel 1825 e terminato il 22 agosto 1826. La sua larghezza è piedi 35 inglesi, ed è gettato sopra la Fontanka. Tre corpi di catene di sospensione, ciascuno di due linee, toccano immediatamente il mezzo della via del ponte. La deflessione e seneverso di queste catenarie è $\frac{1}{10}$ dell'apertura del ponte, che è 180 piedi, intendendo sempre per apertura la distanza fra i due punti ove le catene di sospensione si rannodano a quelle di ritenzione. Le catene poggiano sopra sei colonne egizie, tre ad ogni estremità del ponte. Ciascun ordine di tre colonne è tenuto verticalmente dalle gambe di ferro fuso. Un cornicione egizio unisce queste ultime e la copertura delle colonne, contenente ciascuna tre carri o cesse, fig. 2 e 5, trapassate da una cavicchia di ferro *a*, fig. 2, che io chiamo cavicchia di rannodamento, perchè forma il punto di congiunzione delle due linee delle catene di sospensione con quelle delle catene di ritenzione. Questo carretto è mobile su tre cilindri *e*, *e*, *e* fig. 5, i cui assi sono uniti da due verghe, una delle quali si vede in *d e*, che legano questi cilindri col mezzo de'loro assi, e non hanno altro scopo che di tenere i cilindri a distanze eguali. Una forte piastra unisce, da ciascuna parte del ponte, i capitelli delle tre colonne ed i contrafforti; serve essa di base ai tre carretti mobili e compone una specie di architrave. Tutto ciò è di ferro fuso, e l'esterno è decorato in stile egizio. L'interno dei contrafforti è pieno di fabbrica per dare maggiore stabilità a tutti questi sostegni delle catene. Di più

le cornici egisie servono a guarentire le casse mobili dall' azione dell' atmosfera. Foglie di banda coprono questi due portici egizi de' quali i principali ornamenti sono dorati a fuoco, e tutte le parti di ferro fuso ricoperte d'una vernice a bronzo antico.

La sezione d'una catena di sospensione del ponte egizio è di 4 pollici quadrati, sicchè la sezione di tutte queste catene non è che 4 >< 6=24 pollici quadrati, misura inglese. Gli anelli hanno una lunghezza di 5 a 7 piedi e 4 pollici di altezza. Le catene di ritenzione e di attacco di una sezione di 7 pollici quadrati si prolungano secondo una inclinazione e linea retta nella fabbrica delle due sponde in granito, fondate ed erette con tutta cura. La sua piastra di fermaglio, lunga circa 4 piedi sopra 3 in 5 pollici di spessezza, è di ferro fuso e trattenuta da tale fabbrica. La parte di catene rinchiusa nella massa di granito è investita di un tubo di ferro fuso il cui voto fu riempiuto da una mistura di cera e catrame per preservare il ferro dall' umidità e dalla ruggine. Vediamo che la grossezza della sezione di tutte le sei catene d' attacco è di 42 pollici quadrati, quindi 18 pollici più grande di quella delle catene di sospensione; e tale disposizione merita d' essere imitata per aumentare la resistenza delle prime; e fu applicata anche da Telford ai ponti di Menai e di Conway. Ma ciò che ha gran merito nella costruzione del ponte egizio di Pietroburgo, è specialmente la congiunsione delle catene, fig. 3, tav. X. I membri delle catene sono composti di anelli, e ai sono evitati gli anelli applicati nel modo comune. Una linea di anelli *a*, fig. 2, è attaccata all'altra con una cavicchia di ferro *n*. Siccome le due linee di catene *a* e *b* sono poste una presso l'altra, le due cavicchie quasi si toccano. Fra due linee di catene è attaccato il sospensorio *k*, che sorpasse colla sue testa una piastra di ferro fuso *h l i m*, che ricopre tutto il rannodamento degli anelli di due linee di catene. La parte superiore d' un sospensorio si muove in un emisfero, fig. 3, incavato in questa piastra, la quale ha un foro rotondo, quasi del diametro del sospensorio che è fissato col mezzo di une vite a dado formante la sua testa, e con cui si può regolare la lunghezza dei sospensori. Ciascuno di questi ultimi termina al basso con una inforcature che rinchiude i suoli longitudinali in ferro alti pollici 3 sopra uno di spessezza. Regolata la lunghezza del sospensorio, il suolo è intromesso nell' inforcatura, e ritenuto da una chiave passante nelle due braccia della forchetta.

Tre ordini de'suoli suddetti portano travi passati transversalmente e distanti 5 piedi da un mezzo all' altro. I suoli si adattano immediatamente alle estremità dei sospensori, e i travi oltrepassando i due ordini esterni di sospensori hanno la lunghezza necessaria ai marciapiedi (che pure sono alti fuori di questi ordini), alle balaustrate ed alla parte del ponte destinata pei veicoli. Le balaustrate sono isolate da tutti i corpi di catene, perchè i marciapiedi sono collocati fuori dello due linee esterne dei sospensori: distribuzione che merita tutta l' approvazione; perocchè in tal modo i carichi passanti sul ponte sono assai convenevolmente distribuiti. Sopra le travi, le cui teste sono coperte ad ogni parte del ponte da una forte cornice di legno, posano due ordini di tavoloni il primo de' quali, fu impeciato o incatramato perchè l'umidità non s' insinuasse nel corpo del legname. L'area del ponte, ove serve al carreggio, è formata da sei rotaie di querce inchiodate fortemente sui travi e sul tavolato per guarentire i sospensori dall' urto dei veicoli, e per aumentare la stabilità del legname delle via del ponte, che è anche molto ingrandita, perchè le due estremità di questo tavolato sono impostate in incavature tagliate nel granito della sponda. Il corpo del ponte fa un arco le cui freccia sta all' aperture come 1 a 30. Otto grossi termini di ferro fuso situati ove le catene di ritenzione escono dalla fondazione, preservano queste ultime dall' urto delle ruote.

Il ponte egizio di Pietroburgo non è costato che 180000 rubli (90000 fiorini, circa 100000 franchi) comprese le cosce e le sponde in granito, i bei portici di ferro fuso, gli ornamenti dorati e le quattro sfingi di ferro fuso che sono di un gran merito. Non si fanno esse osservar meno per l' eleganza delle forme che per la finitezza dell' esecuzione, e poggiano su piedestalli dello stesso metallo e sono fusi in un getto solo. L' utilità di questo ponte è grande, e se ne ha una prova dell' essersi erette quasi per incanto venti case di pietra nei dintorni di esso nelle breve durata dei lavori, e dopo, il numero aumentò ancora.

Notizie sul ponte sospeso, gettato sul canale di Caterina, detto dei Quattro Leoni.

Questo ponte, fig. 2, tav. Y, destinato ai pedoni, fu cominciato nel giugno 1825 e compiuto nell' agosto 1826, e l' apertura di esso è piedi 77 inglesi. La saetta inversa della catenaria è 5 piedi; e il tavolato 7 piedi di larghezza. Due sole catene rotonde, una per parte, del diametro di pollici 1,896, sostengono il corpo del ponte; escono esse dalle gola di quattro leoni di ferro fuso, ciascuno in due pezzi sottilissimi, formanti la spoglia di questo animale, la sua testa e le sue gambe. L'interno di ogni leone è formato in parte de un quadrente di ferro fuso, simile e quello del ponte della Posta sulla Moika. Questo quadrante costituisce il sostegno della catenarie. Per darne un'idea al lettore, ho fatto punteggiare nella veduta del ponte stesso fig. 2, uno dei quadranti coi suoi puntoni, e il pezzo verticale che sostiene immediatamente il punto di rannodamento di una catena di sospensione con quella di ritenzione. Queste linee punteggiate indicano pres-

sappoco questo quadrante e le sue parti, di cui il pezzo verticale passerà per la gamba del leone, e quindi per la cassa che forma il piedestallo che sarà unito con gran piastra di ferro fuso, formante, a parer mio, il coperchio di detta cassa. La catena di ritenzione, del diametro di pollici 2,29, sarà collocata o in un' incavatura di questo segmento di cerchio o entro parti fuse con questo pezzo curvo. Il cuscinetto di questa catena è probabilmente formato con una lamina di piombo, nel luogo cioè ove esercita una pressione sul quadrante. La catena d'attacco attraversa forse la cassa sulla quale si troverà la piastra A di fermeglio, chiusa nella fabbrica di granito. Dal punto in cui la catena di ritenzione abbandona i leoni per entrare nella cassa, va in un tubo di ferro fuso i cui interstizi sono empiuti di cera e di catrame. Per aumentare il peso o la resistenza del piedestallo si è empiuta questa cassa con una fabbrica.

La fusione delle due metà esterne di ciascuno dei quattro leoni, le quali coprono il quadrante, era, secondo l' annuario citato, un' operazione per sè stessa difficile, ma tanto più complicata nel caso presente, in quanto che fu d' uopo adattare queste due metà colla maggiore esattezza e salderle insieme. Malgrado la difficoltà, questa operazione è stata eseguita con tal cura, che è difficile ritrovare la linea di congiunzione.

Le catene di sospensione sono composte di anelli di 5 a 7 piedi di lunghezza. Gli orecchioni, fig. 6, tav. X, sono formati di due maglie ovali; questi e le orecchie dei due anelli sono infilate da due cavicchie. Nel mezzo di questa congiunzione delle catene è attaccato il sospensorio munito di una testa che posa sui due orecchioni. Il diametro di un sospensorio non è che 5/8 di pollice; esso è del pari rotondo. Le dette catene si avvicinano, secondo l' annuario, sei pollici al tavolato nel mezzo della curva; il che lascia la facilità di rimontarle in ogni tempo quando gli accidenti lo esigono. Questa disposizione era indispensabile alla navigazione, acciocchè le barche le quali passano ora sotto ai ponti di Voznecensky e di Herlamoff potessero anche passare collo stesso carico sotto al ponte dei quattro leoni. Questa è la ragione per cui si dovè dare alla via del ponte una forte curvatura che sarà $\frac{1}{18}$ dell'apertura fra le due rive, che è di 70 piedi. Le estremità del tavolato sono innestate nella fabbrica di granito, specialmente i due travi che coprono i due fianchi del tavolato che sono visibilmente curvati. Fra le travi transversali sono applicati dei puntelli incrociati, e il palco è formato con due strati di tavoloni o inchiodato fino alle travi. Le balaustrate sono separate dal corpo delle catene; esse formano un complesso elegante coi pali delle lanterne e riverberi parabolici, situati sul mezzo del ponte e sopra le balaustrate. La località non permise di elevare la via del ponte sul livello della inondazione del 7 novembre 1824; si è quindi disposto sovr' essa un carico di 650 chilogrammi perchè in caso di una nuova inondazione non potesse essere sollevata.

Traitteur valuta il termine medio delle persone che passano quotidianamente su questo ponte a quattromila, o nei giorni di spettacoli, l' affluenza dei passaggieri dev'essere anche più considerevole.

Notizie sul ponte dei quattro Grifoni gettato sul Canale di Caterina.

Questo ponte sospeso, fig. 1, tav. Y, destinato all' uso dei pedoni non differisce da quello dei quattro leoni che negli ornamenti. Il corpo di ogni grifone è fuso in due pezzi come i lioni del ponte suddescritto, o nell' interno hanno lo stesso quadrante di ferro fuso che forma il sostegno. Fu cominciato nel 1825 ed aperto nel 1826. L' apertura di esso è piedi 70 1/2; l' apertura fra i due punti di rannodamento è piedi 77, e la freccia delle due catene di sospensione sta all' apertura come 1 a 13. Queste catene rotonde fanno pollici 1,556 di diametro; sono tesi e distanze di 5 ai 7 piedi. La larghezza del tavolato è di 7 piedi. Il rannodamento delle catene è lo stesso che nel ponte do' quattro leoni.

I piedestalli di ferro fuso su cui poggiano i grifoni, dice l' annuario, sono pezzi di gran merito, essendo fusi in un getto solo. Ma indipendentemente da questa considerazione bisogna osservare ancora che sono di maggior utile per la solidità; servono essi di base ai sostegni o di rivestimento ai contrappesi di fabbrica, di cui aumentano il carico ed ai quali danno una forma elegante e piacevole all' occhio. Questi grandi pezzi di ferro fuso hanno ciascuno un volume di 104 piedi cubici, cioè piedi 8 1/2 di lunghezza, 3 1/2 di altezza o 3 1/2 di larghezza. L' elevazione dei punti d' appoggio sulle facce superiori dei piedestalli è piedi 6 1/2. Ciascuno di questi prismi pesa 112 pouds, ossia 4480 libbre russe, e 1823,36 chilogrammi.

Finalmente osserveremo che Traitteur non prese nel calcolo del progetto di questi tre ponti che 8 tonnellate per ogni pollice quadrato del ferro, e che tutte le parti di ferro battuto e di ferro fuso, come i lioni, i grifoni ed i piedestalli sono usciti dalle officine di Baird, fonditore espertissimo, a cui queste opere fanno tanto onore quanto la modicità del prezzo pel quale le ha fornite.

Si presentano immediatamente all'ingegnere varî miglioramenti di costruzione in questi due ponti, quando conosce quella del ponte di Pantaleimon e della Posta e quella degli altri tre ponti eretti a Pietroburgo do' quali si tratta in questa Memoria. 1.° Il rannodamento delle catene nel ponte egizio è oltremodo semplice o fa risparmiare gli anelli e almeno la metà delle cavicchie. — 2.° La

divisione delle catene in più ordini, due linee dei quali ne' grandi ponti non fanno che un sol corpo, è una disposizione essenziale tanto per la stabilità del corpo del ponte, quanto per la resistenza delle catene di sospensione e per la divisione del peso che è portato da queste catene. — 3.° La grandezza della saetta che si è data alla via in tutti questi ponti è utile per aumentare la stabilità della via e per diminuire l'effetto pernicioso che potrebbe avvenire quando le catene di un'area quasi orizzontale dovessero abbassarsi. — 4.° Le catene di sospensione sono state poste in modo che il mezzo di esse si avvicina più che sia possibile alla curva del tavolato. Con questo metodo si sono diminuite le oscillazioni nel corpo del ponte o nella via. — 5.° In quanto ai piccioli ponti di 70 ad 80 piedi di apertura, si sono incastrate le travi curvate che coprono il tavolato, nella fabbrica delle cosce. Questo metodo, unitamente ai puntelli messi sotto al tavolato ha fortificato il corpo dei ponti dei quattro leoni e de' quattro grifoni, in tal modo che le catene sostengono molto meno di quello che se tali strutture si fossero omesse. Traitteur tentò pure di dare alla via del ponte tutta la possibile stabilità, perocchè l'abbassamento di una parte dell'area del ponte produrrebbe l'innalzamento dell'altra. Da ciò risulterebbe un movimento nei sospensori e nella catenaria, che aumenterebbe per parte sua la vibrazione della via del ponte. Ecco le osservazioni che per tale oggetto si trovano nel detto annuario: « Quando il tavolato non forma che una massa sola, il minimo urto, la più picciola scossa, si comunica a tutto il sistema di legname e si ripartisce egualmente su tutti i punti, e rende nullo qualunque movimento accidentale. » Tutto ciò ed i furiosi uragani che investono le catene e la via del ponte di Monai, mi decisero a proporre un pavimento sul marciapiede di questo ponte e l'impiego dei puntelli sotto il tavolato di esso. — 6.° Il sistema di rivestire le catene di ritenzione e d'attacco applicato a questi tre ponti è una miglioria nel caso che un corpo di catene non consista che in due o tre catene, e quando l'origine di esse non può essere situata che in un terreno estremamente umido od anche nell'acqua, o se non si possa di tempo in tempo esaminare lo stato di questa parte di catene. Nondimeno non s'impiegherà questo metodo che in caso di bisogno, perchè la parte delle catene d'attacco, così rinchiusa in un tubo, perderà la sua elasticità. — 7.° L'isolamento delle balaustrate da tutti i sospensori sarà doppiamente utile ove dominano le burrasche, perchè il movimento del tavolato non può essere tanto forte quando quello delle balaustrate non influisce sulla vibrazione delle catene. — La positura dei due marciapiedi del ponte egizio fuori dai due ordini esteriori de' sospensori ripartisce il peso passeggiero a ciascun lato d'un corpo esteriore di catene, il che solleva i corpi o il corpo di mezzo di esse.

Traitteur proponendo questi ultimi tre ponti prese per resistenza del ferro, senz' allungarsi, 8 tonnellate (8128 chilogrammi) ogni pollice quadrato, misura inglese; benchè avesse determinato questa resistenza a 12 tonnellate nel suo calcolo relativo ai ponti di Pantaleimon e della Posta; e sebbene il ferro di tessitura granosa, di natura aspra e fragile, resiste dietro i saggi fatti da questo ingegnere, ad un carico di 14 tonnellate (14224 chilogrammi) senz' allungarsi, mentre i migliori ferri di Russia, teneri, che presentano la maggior sicurezza in questo genere di costruzioni, s'allungano già sotto un peso di 11 tonnellate ogni pollice quadrato.

Quest' ingegnere ebbe la bontà di comunicarmi i risultamenti del suo calcolo sui ponti de' quattro leoni e dei quattro grifoni e sul ponte egizio. Sono essi interessanti in modo che ne faccio inserire il quadro in questa Memoria, nel quale aggiungo i risultamenti che si trovano nell'opera di Traitteur, sui ponti di Pantaleimon o della Posta, avendo ridotti i *pouds* in chilogrammi; ritenendo che un poud russo è 40 libbre o 16,26 chilogrammi.

Numero delle linee di catene di sospensione	Peso permanente, cioè delle catene, dei sospensori e della via del ponte	Peso passeggiero prendendo tre piedi quadrati per un uomo a 55,64 chilog.	Peso totale	Massima tensione delle catene di sospensione con cui possono resistere senz' allungarsi	Tensione di queste catene sui sostegni	Tensione delle catene di ritenzione con cui esse possono resistere	Forza verticale sui sostegni	Peso che deve avere ciascuna coscia secondo il calcolo	Peso del masso che gravita sulle piastre di fermaglio	Nell' ipotesi di 8 tonnellate per ogni pollice quadrato inglese: Per la sezione delle catene di sospensione	Pel diametro di esse	Per la sezione dei sospensori	Pel diametro di ogni catena	Il diametro dà in effetto	Per la sezione delle catene di ritenzione	Il diametro d' una di queste catene è
	In chilogrammi				In chilogrammi					pol.q.	poll.	pol.q.	poll.	poll.	pol.q.	poll.
2 a)	9496	12183	21679	46234	44400	66658	60416	113088	66658	5,644	1,896	2,574	0,36	5/8	8,266	2,294
2 b)	8488	11242	19730	30812	28981	40490	38572	97568	40490	3,775	1,550	5,380	0,34	5/8	5,020	1,786
10 c)	81397	93983	175380	252188	319382	235817	299982	252188	235817	13,12				1		2,000
6 d)	105690	117072	222762	Questi fatti mancano										1		
4 e)	8780	18146	26926	58771	78059	86422			86422					5/8	7,08	2,000

Nel calcolo sui ponti di Pantaleimon e della Posta sono ammesse 12 tonnellate ogni pollice quadrato. Pei sospensori del ponte di Pantaleimon si prende una sezione di 13,12 pollici quadrati inglesi, mentre ne presentano una di pollici quadrati 106,65. Quest' eccesso vi è stato dato per aver riguardo alle scosse risultanti dal passaggio dei veicoli. Secondo il calcolo, le catene di sospensione dovrebbero avere una sezione di 20,55 pollici quadrati, ma esse hanno una sezione di pollici 27,58. Ammettendo soltanto 8 tonnellate per pollice quadrato si avrebbero 31 pollici quadrati. Nondimeno i catenoni hanno resistito ad ogni avvenimento. Io credo che si possa essere sicuri prendendo la resistenza di un ferro buono di 11 tonnellate come ha fatto Telford, ogni pollice quadrato inglese, cioè che il ferro non si allunga per tale tensione. La maggior sicurezza risulterebbe dall' ammettere 10 tonnellate o 10160 chilogrammi ogni pollice quadrato di sezione d'una catena o di un sospensorio.

I cinque ponti sospesi eretti a Pietroborgo, le chiuse ed altri lavori importanti sul canale di *Ladoga*, il grande serbatoio di *Zavodsk* a *Vychni-Volotschok*, le chiuse sullo *Tvertsa* e sulla *Msta*, il canale di *Tikhvine*, quello di *Marie*, quello di *Alessandro di Wurtemberg*, quello di *Svire*, e di *Siass*, quello di *Vindau* e d' *Oguinsky*, quello della *Berezina*; i lavori pel miglioramento dello stato navigabile dei fiumi; della *Soukhona*, della *Dvina*, del *Volga*, dell' *Oka*, della *Moskva*, della *Tsna*; l' acquidotto di Mosca; la nuova comunicazione tra il *Volga* e la *Moskva*; il porto di *Libau*; la fondazione del forte *Cometa*; il miglioramento della *Dvina occidentale* alle cateratte di *Kokenhousen*; i ponti ad arcate formati di centine o curve, i ponti di pietra e di ferro fuso a *Novgorod*, a *Narva*, a *Lubani*; quello di *Babina*, di *Tosna*, di *Volkhocetz*, come pure un gran numero di ponti eretti sui fiumi e sui canali; la novella strada fra Pietroborgo e Mosca, e quella fra *Valdai* e *Torjok*, e finalmente molti altri lavori eseguiti con buon successo sotto la direzione del duca Alessandro di Wurtemberg sono prove convincenti che questo grande amministratore ha l' arte di scegliere i talenti e le cognizioni degl'ingegneri. Questo principe non risplende soltanto per opere isolate, ma estese con eguale favore i suoi sguardi al perfezionamento delle vie di comunicazione, e con tale andamento ha prodotto il ben essere in ogni classe della società. Egli ha creato

a) Ponte dei quattro leoni. *b*) dei quattro Grifoni. *c*) del Pantaleimon. *d*) Egizio. *e*) della Posta.

il corpo degli ingegneri delle Strade e dei Ponti, la scuola d'istruzione per gl'intraprenditori e pei capi operai, ha migliorato quella degl' ingegneri che aspiravano a servire in questo corpo ov'egli noe ha messo disegnatori e faccendieri di prima classe, privi di cognizioni reali e calunniatori degli eomini di merito. Questo principe ha messo la direzione generale dei lavori pobblici sulla via de' perfezionamenti tanto nella gestione come nell' esecuzione delle imprese che sono di una utilità superiore. Tutti questi lavori di eminente utilità, alcuni de' quali sono stati da noi indicati, sono stati eseguiti senz' applicarvi servitù, con piccole somme. Pagando tutti i materiali, tutte le mannalità ed il carreggio ec., in danaro; il dipartimento delle vie di comunicazione non spese ancora annualmente in tutto l'Impero di Russia, il quadruplo di quello che il Regno di Baviera ha speso all' anno, negli ultimi tempi, pe'suoi lavori pubblici. Con una somma sì piccola per uno Stato così vasto fu anche salariato il corpo degli ingegneri, pagati i loro lunghi viaggi e le loro commissioni, relative alla formazione delle carte idrotecniche, dei progetti fondati su ricerche locali, fra gli altri di quelli per la congiunzione del Volga col Don, per la determinazione di una linea telegrafica fra le due capitali; pel miglioramento delle cateratte di *Jampol* sul *Dniester*, per la comunicazione fra il *Cyrus* ed il *Phase* ec. Finalmente con questa somma si è pagata la costruzione dei grandi edifici destinati alla scuola degl' intraprenditori e dei capi operai, eseguita in Pietroburgo, ed alla manutenzione delle scuole per gl' ingegneri e pei capi operai.

Sua Maestà l'Imperatore ha sovente riconosciuto l'infaticabile premura del duca Alessandro di Wurtemberg, in tutto ciò che può ingrandire l'industria nazionale dell' Impero di Russia. È noto il favore che questo monarca ha sempre accordato alle grandi ed utili imprese; un solo fatto basterà per convincere di quanto asserisco. L' Imperatore in un rescritto del 20 decembre 1829, diretto al duca, si espresse in tal modo: « Il rendiconto dell' Agenzia generale delle vie di comunicazione, ch' io ricevetti da Vostra Altezza Reale, contiene le particolarità più soddisfacienti sulle operazioni e sui lavori di quest' Agenzia in tutti i rami che la compongono. Io veggio con ispeciale riconoscenza, che dietro le disposizioni di V. A. i lavori considerevoli a cui costrinse lo stabilimento delle comunicazioni nuovamente intraprese per terra e per acqua, sono stati eseguiti nel corso di quest' anno con tutto il successo desiderabile. Si sono operati importanti miglioramenti nel sistema delle comunicazioni esistenti, togliendo gli ostacoli naturali che incagliarono finora la libera navigazione di alcuni fiumi. In pari tempo diverse ricerche atte ad aprire nuove vie all' industria nazionale ed a perfezionare le varie istituzioni che dipendono dall' Agenzia generale, sono state praticate con quell'attenzione illuminata e scrupolosa esattezza che distinguono tutte le operazioni e tutte le intraprese di V. A. R. nella parte a Lei confidata, ed io adempio ad un dovere assai per me aggradevole, testificando a V. A. R. la mia compiuta riconoscenza pei lavori infaticabili, per la sollecitudine e premura ch'Ella non cessa di consacrare al bene dell'Impero, assicurandola altronde della mia costante considerazione. »

Questa lettera è una prova eminente che l'Imperatore Nicolò cammina sulle orme di Pietro il Grande e d'Alessandro, apprezzando così grandemente i lavori pubblici della maggiore utilità per la felicità del popolo e per la gloria dell'Impero e pel ben essere di tante nazioni sottomesse al governo di questo monarca. È dunque a prevedersi un aumento di fondi nell' Amministrazione dei lavori pubblici appena le congiunture lo permetteranno. E il miglioramento delle comunicazioni in sì vasto impero, le opere per salvar Pietroburgo dalle inondazioni, le correzioni dei fiumi per migliorarne lo stato navigabile, e per disseccare le grandi paludi, esigeranno ancora delle grandi spese.

CONCHIUSIONE DI QUESTA MEMORIA

Un'esposizione generale delle parti essenziali di tutti i ponti sospesi a catene di ferro, i più interessanti fatti in Europa fino all' anno 1832, dev' essere di grande interesse per gl' ingegneri e tutti coloro che amano istruirsi. Ho dunque raccolti quanti materiali ho potuto procurarmi, ed ho fatto replicate ricerche per essere sicuro del quadro seguente. I ponti più grandi e più interessanti sono stati eseguiti in Inghilterra ed in Russia, e benchè il ponte in faccia agl'Invalidi a Parigi non sia del tutto riuscito, è compreso in questo quadro, perchè il progettante di esso, Sig. Navier, è riconosciuto come ingegnere dottissimo. In quanto ai ponti di Pietroburgo sono informato che gl' ingegneri russi adoprano oltre la misura russa, anche l' inglese, e cho Traitteur ha adottato nell' opera sul ponte di Pantaleimon il piede inglese e non quello di Francia. Chi possiede la mia opera sull' Architettura civile riguarderà adunque questo quadro come il risultamento di tutte le mie ricerche.

Ponti disposti secondo l'epoca in cui furono cominciati. Sono essi quasi tutti descritti nel tomo VII della mia Architettura civile e in questa Memoria. Gli * indicano che le date sono ignote all' autore		Il mezzo dei due sostegni è distante uno dall'altro	La saetta inversa della catenaria è	Questa saetta sta in rapporto colla distanza dei due punti di rannodamento, le catene di sospensione con quelle di ritenzione.	Numero delle linee di catene di sospensione	Numero di queste catene che compongono un corpo	Numero dei sospensori in una sezione transversale del ponte	Numero delle linee di catene situate una sull'altra ed a piccioli intervalli	Catenoni di sospensione, detti anche anelli o maglie, compresivi gli anelli stessi: Lunghezza media	Catenoni di sospensione: Altezza	Catenoni di sospensione: Spessezza	Lunghezza degli anelli di unione o di rannodamento	Di una sezione — Catenoni di ritenzione e di fermaglio: Altezza	Catenoni di ritenzione e di fermaglio: Spessezza	Sospensori: Altezza	Sospensori: Spessezza	Catene d'imbrigliamento o catene di rovescio: Altezza	Catene d'imbrigliamento: Spessezza	Numero dei catenoni in ciascuna linea di catene di sospensione	Larghezza dell' area del ponte o della via	Apertura del ponte fra le due cosce o rive	Numero dei sospensori in tutta la costruzione	Superficie del tavolato in metri quadrati	Ciascun sospensorio porta metri quadrati del tavolato
Misura inglese		*piedi*	*piedi*	1 2					*piedi*	*pollici*		*pollici*			*pollici inglesi*					*piedi*	*piedi*		*metri quadr.*	
P. di Dryburg per i pedoni	In Inghilter.	277	22 1/2	12,39	4	2	2	0	9 3/4	1 1/2	(a)	9	1	1	1/2	1/2	Senza catene d'imbrigliamento		incognito	10	240	40	225	4,50
P. sul Tweed	In Inghilter.	426	25	17	12	6	2	3	14	2	2	11	2	2	1 1/5	1 1/5			36	21	360	146	715	4,90
P. fuso in Inghilterra per l'isola Borbone		131	6 3/10	20	6	2	3	2	7 1/2	1 4/12	(a)	2	1 4/12	1 4/12	1 1/2	1 1/2	1 1/8	1 1/10	26	20	118	75	216	2,88
P. sullo Stretto di Menai	In Inghilter.	572 7/10	40	14,32	80	20	4	4	10	3 1/4	1	18	4	1 1/2	1	1			57	28	550	444	1336	3,00
P. di Conway	In Inghilter.	327	22 1/3	15	8	4	2	2	10	3 1/4	1	19	4	1 1/2	1	1			41	14	317	160	393	2,45
P. di Hammersmith	In Inghilter.	400	21	20	36	9	4	2	8 9/10	5	1	15 1/2	5	1 1/2	1	1			46	33 1/2	400	756	1030	2,890
P. della posta pei pedoni	a Pietroburgo	115	6 7/12	17,4	4	2	2	0	5 9/12	1 3/8	1 3/8	3	1 3/8	1 3/8	5/8	5/8			19	10	112	36	111,3	3,210
P. di Pantaleimon	a Pietroburgo	133	13,99	9,51	10	2	5	0	4 6/10	1 7/8	1 7/8	2	2	2	1	1			28	42	119	135	429	3,170
P. dei quattro leoni pei ped.	a Pietroburgo	77	5	15	2	1	2	0	6	1,896	1,896	6	2,229	2,229	5/8	5/8			14	7	70	26	43	1,499
P. de' quattro grifoni pei ped.	a Pietroburgo	70 1/2	6 7/12	13	2	1	2	0	6	1,55	1,55	6	1,78	1,78	5/8	5/8			14	7	63	26	39	1,50
Ponte Egizio	a Pietroburgo	180	18	10	6	2	3	0	6	4 poll. quadrati		0	7 poll. quadrati		1	1			28	35	170	84	566	6,70
P. sulla Senna a Parigi, la cui riparazione fu abbandonata		524	36	14,56	36	18	2	3	16 1/2	3	1 1/2	15	3	1 1/2	1 1/2	1 1/2			32	31	494	364	1425	3,914
P. di Sofia a Vienna pei pedoni		246	17	13,6	16	8	2	2	10	2	1	18	2 1/5	1 1/6	1	1			23	16	233	90	325,67	3,608
P. sul Lahn presso Nassau		230 1/2	14 2/3	16	16	8	2	2	7 2/5	2 3/5	1	10	2 3/5	2	1	1			27	24	225	216	505,45	2,341

Terminando questa Memoria esporrò un riassunto delle massime che si devono considerare nei progetti dei ponti sospesi, le quali risultano dalle sperienze somministrate dai ponti già eseguiti: 1.° Se il ferro è di buona qualità in modo che una verga la cui sezione sia un pollice inglese, resista ad un peso minore di 11276 chilogrammi (11 tonnellate) senz' allungarsi, nel calcolo si possono adottare 10160 chilogrammi (10 tonnellate). Bisogna sperimentare tutti i catenoni ed i sospensori prima di servirsene.

2.° Per determinare la sezione di tutte le catene di sospensione bisogna anche calcolare il peso permanente e il passeggiero, e dividere questa somma per 10160. Dal riparto del prodotto nel numero delle linee di catene che si pensa applicarvi, risulterà la sezione di ogni catena in pollici quadrati.

3.° Determinando la sezione di tutti i sospensori fa d'uopo conoscere il carico permanente del corpo del ponte, e il carico passeggiero, e divider 10160 per la somma. La fissazione del numero delle catene e della lunghezza di ogni catenone determinerà il numero dei sospensori, il quale è da dividersi nella sezione totale per ricevere quella di un solo sospensorio. Secondo i migliori esempi non sorpasserà essa un pollice quadrato.

4.° I risultamenti di queste due massime debbono essere ingranditi secondo la grandezza dell' apertura del ponte, cioè secondo lo spazio fra il mezzo dei due sostegni e dei due rannodamenti di catene di sospensione con quelle di ritenzione; se p. e. quest' apertura oltrepassi 125 piedi, bisogna aumentare la sezione delle catene di sospensione sostituendo 9000 chilogrammi per ogni pollice quadrato, se l' apertura del ponte è di 600 piedi. Essi debbono essere più ingrossati se i venti soffiano impetuosi nelle vicinanze del ponte.

5.° Se la distanza fra due ordini di catene e di sospensori non oltrepassi i 12 piedi francesi, essa è quella che si dovrebbe fissare per la maggiore; e se il ponte non ha che questa lunghezza, e se l' apertura è di 100 piedi, si può limitare a due linee di catene ad ogni lato. Secondo la grandezza dell' apertura, si aumenterà il numero delle catene. Prendendo per numero delle catene 6, 8 oppure 10, bisogna distribuirle in 3, 4 e 5 corpi o paia. La distribuzione dei corpi di catene in più grandi intervalli è di grandissimo vantaggio, perchè il peso permanente ed il passeggiero sono allora distribuiti su molti punti di sostegno; tutte le linee di catene sono quasi del pari influenzate da questi carichi, ed è stabilito un equilibrio fra le catene di sospensione; sarà evitato ogni pericolo accadendo la rottura di una catena, e la riparazione si eseguirà facilmente. Nei ponti ove l' intervallo di due ordini di catene supera i 12 piedi, bisogna in ogni caso distribuire in più linee i corpi di catene, in cinque p. e. se la lunghezza è 35 piedi, ed allora fa d'uopo porre i due corpi o paia di catene esterne ad intervalli di 5 piedi soltanto, e questi intervalli sarebbero destinati per due marciapiedi. Il ponte di Pantaleimon a Pietroburgo ne offre un esempio. Quando s' impiegano tre corpi di catene distanti fra loro 9 a 12 piedi, si potranno collocare i marciapiedi fuori dei due ordini esterni di sospensori come nel ponte Egizio di questa città; e quando s'impiegano quattro corpi di catene si collocheranno i due corpi intermedi alla distanza di 4 in 6 piedi, e gli altri a 12 piedi inglesi. Il ponte di Menai serve d'esempio. Questa distribuzione dei corpi di catene ad intervalli di 4 fino a 12 piedi, anche se ciascuno è composto di più linee di catene in senso orizzontale e in senso verticale, è una delle prime regole di cui ho esposte le ottime conseguenze nella mia Architettura civile.

6.° I catenoni nella catenaria, lunghi sei piedi, sono sempre preferibili a quelli di maggior lunghezza; perchè questi ultimi diminuiscono il numero dei sospensori nella catenaria, e formano col loro rannodamento una specie di segmento d' un poligono, e non una curva continua. Diminuendo il numero dei sospensori, i carichi attraversanti il ponte affaticheranno di più i sospensori e le catene. Il ponte di Pantaleimon offre di ciò un buon esempio. I catenoni rotondi sono anche preferibili ai quadrati. Alle catene di ritenzione bisogna dare una sezione maggiore di quella della catenaria, e i catenoni che si approssimano all' origine delle catene di fermaglio od ai sostegni, devono avere le orecchie bislunghe per sollevare l' adattamento di queste catene. — La lunghezza dei catenoni nei sospensori può essere da 1 fino a 10 piedi e 1/2. La prima basta pei sospensori di mezzo.

7.° Le commessure dei catenoni nel ponte Egizio, nel ponte di Pantaleimon a Pietroburgo, nel ponte di Tweed ed all'imbarco di Lyth in Inghilterra, come pure in quello destinato all' Isola Berbone, sono da preferirsi. — Bisogna dare alle selle del rannodamento delle catene una superficie convessa come nel ponte di Pantaleimon, e questa curva deve corrispondere alla direzione della catenaria ed a quella delle catene di ritenzione. Queste selle debbono pure essere curvate quando sono situate nelle casse mobili, come nei ponti di Conway e di Menai. Il senoverso della catenaria può avere coll' apertura il rapporto di 1 a 10 fino ad 1 a 20. Essa deve quasi toccare nel suo mezzo il corpo del ponte per evitare il traballamento. — Le catene di ritenzione debbono fare un angolo colla catenaria di 120 gradi almeno per sollevare i sostegni. Queste ultime catene debbono formare una linea continua, e quando sono lunghissime, bisogna reggerle con un sostegno intermedio come si è fatto nei ponti di Menai e di Conway. Dove si rannodano la catenaria e le catene di ritenzione non bisogna mai collocare più anelli, ma un solo catenone di una grossezza doppia almeno degli altri. Con questo modo si eviteranno i ristauri del ponte di rannodamen-

to; e per facilitare un picciolo moto in questa parte, fa d'uopo posare questi catenoni sopra una lamina di piombo. Le casse mobili sono preferibili alle selle fisse, e quando non s'impiegano che due linee di catene in un corpo, il rannodamento delle catene per mezzo di una forte cavicchia è preferibile. Il ponte Egizio ne presenta l'esempio. Finalmente le linee delle catene situate l'una sopra l'altra, debbono essere unite da verghe di ferro, figura 5, Tavola T.

8.° L'armadura delle catene di fermaglio deve essere immota, il che puossi effettuare coi metodi spiegati nella nostra descrizione dei ponti. Tutte le parti di ferro battuto e di ferro fuso che si aggrappano ad una fabbrica o ad uno scoglio, debbono essere munite di pezzi di flanella impregnati d'olio, o di un feltro impregnato di pece e di catrame. Fra due pezzi di ferro battuto e di ferro fuso bisogna mettere questi brani per evitare la ruggine. Se due catene di fermaglio passassero per l'acqua o per un sotterraneo molto umido, bisogna chiuderle in un tubo di ferro fuso e riempierne gl' interstizi con cera e catrame per conservarle.

9.° Per evitare gli effetti perigliosi che risulterebbero da un allungamento della catenaria, e per aumentare la stabilità del corpo del ponte, bisogna dare a quest'ultimo una curvatura la cui saetta stia all'apertura del ponte come 1 a 100 fino ad 1 a 30. La prima proporzione è ammissibile nei ponti esposti alle burrasche, perchè non si deve dare con una grande concavità troppo presa ai venti impetuosi. Finalmente il corpo del ponte riceverà una grande stabilità dall'impiego dei puntelli fra i suoli tesi fortemente fra i travi d'appoggio, uniti coi suoli, o colle travi, o mozzi. Se si costruiscono ponti di picciole aperture, si raccomanda d'incastrare le travi curvate, sotto e sopra la via del ponte, nella fabbrica delle cosce. Questo modo aumenterà la stabilità del ponte e solleverà molto la catenaria.

10.° Il traballamento delle parti sospese sarebbe di molto diminuito se i sospensori non toccassero nè le balaustrate nè i panconi del tavolato, e se le lunghe catene di ritenzione fossero munite di verghe di tensione transversali, le cui estremità inferiori si unissero alla fabbrica delle arcate collaterali o a quella delle sponde. Il ponte di Menai offre un esempio di quest'ultima disposizione. La prima deve osservarsi sempre. Bisogna poi unire i sostegni di ciascuna parte d'un ponte, largo più di 14 piedi, ad un corpo, per esempio a quello in fabbrica, con arcate come nei ponti di Menai, di Hammersmith, e quelli di ferro fuso con grandi e forti piastre di questo metallo, come nei ponti Egizio e di Pantaleimon. Non sia mai trascurata questa precauzione, che abbiamo trovata efficacissima. La negligenza di questa regola e la distribuzione d'una moltitudine di pesanti catene in due corpi soltanto ed a grande distanza, contribuirono alla nessuna riuscita di un gran ponte quasi terminato in una capitale di primo ordine.

11.° La conservazione del ferro battuto e del ferro fuso dev'essere effettuata coll'impiego dell'olio bollente. Gl' ingegneri considerino queste proposizioni come risultamenti della teoria, e come dedotte da ricerche fatte sui ponti esistenti o intrapresi. Non incatenino però nè lo loro cognizioni, nè il loro genio, ed avranno ancora un vasto campo alle variazioni dei progetti relativi alle località, ai materiali ed alla destinazione di queste specie di costruzioni (*).

FINE.

(*) Ad ulteriore complemento di questa materia dovrei far qualche cenno dei nuovi pensieri sui ponti di ferro fuso e sospesi dell'ingegnere Bruyere; ma si per non uscire da certi limiti, anzi per non allungarmi di troppo, e si perchè sono essi semplici pensamenti che non furono ancora giustificati dalla buona riuscita nell'esecuzione, li tralascerò. Soltanto farò osservare circa il libro ottavo di quest'opera ove l'autore parla dei diversi modi di coprire gli edifizi, che le coperture di tegolo foggiate espressamente, o di pezzi di pietra potrebbero, come usarono gli antichi, servire ad un modo ragionatissimo di decorazione, che sarebbe di effetto estremamente bello negli edifici di mediocre dimensione, come le barriere delle città non fortificate, i piccioli tempi ed i vari fabbricati nei luoghi di delizie. Di tal modo era coperto il tempio di Diana Propilea, e la semplice ispezione della fig. A, Tav. 165 *bis.* basterà ad indicare come debbono regolarsi tali coperti.